



UNIVERSIDAD LIBRE
SECCIONAL SOCORRO

**FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS DE APOYO PARA LA GESTIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE SANTANA-BOYACÁ EN EL
CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES DE LA EMPRESA DE SERVICIOS
PÚBLICOS EMSANTANA S.A. E.P.S**

JOSÉ MIGUEL VEGA URQUIJO

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA AMBIENTAL
SOCORRO, SANTANDER
Julio de 2020



UNIVERSIDAD LIBRE
SECCIONAL SOCORRO

**FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS DE APOYO PARA LA GESTIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE SANTANA-BOYACÁ EN EL
CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES DE LA EMPRESA DE SERVICIOS
PÚBLICOS EMSANTANA S.A. E.P.S**

JOSÉ MIGUEL VEGA URQUIJO

Tutor

Ing. HUGO BALLESTEROS MONSALVE

Ingeniero de Minas

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA AMBIENTAL
SOCORRO, SANTANDER
Julio de 2020



Dedicatoria

Dedico este logro inicialmente a Dios por brindarme el regalo de la vida, y ser el gestor de iluminar mi camino constantemente con sabiduría, inteligencia, paciencia, fortaleza y salud.

A mi padre y a mi madre por brindarme una ayuda incondicional desde que inicie este proceso, ya que siempre creyeron en mí, en mis capacidades y no dudaron en que lograría conseguir esta meta a partir de sus enseñanzas que siempre me enfocaron a desempeñarme con dedicación, disciplina, responsabilidad y amor.

A mi hijo por ser mi gran motivación para querer superarme cada día y no desfallecer en el transcurso de esta carrera, por ser una dosis de alegría diaria para llenar mi vida de mucho amor.

A mis hermanos que con su compañía y cariño me hicieron sentir la seguridad de siempre seguir adelante y creer que todo es posible.

A cada persona que interactuaron directa e indirectamente conmigo en el transcurso de mis estudios y estuvieron siempre dándome apoyo incondicional y sin esperar nada a cambio, familiares, compañeros y amigos que hicieron parte de este proceso.



Agradecimientos

Expreso mis más sinceros agradecimientos a:

A mi tutor de proyecto el ingeniero Hugo Ballesteros Monsalve por su apoyo, paciencia, y la dedicación invertida en tiempo para llevar acabo el desarrollo de este proyecto, ya que fue una ayuda constante con su aporte de conocimientos y experiencia.

A la empresa de servicios públicos EMSANTANA S.A E.S. P, a la gerente Derly Vanessa Ruiz López por brindarme la oportunidad de ser un apoyo a través de la pasantía, además a todo el personal involucrado en todas las áreas de trabajo.

A la Universidad Libre por brindarme la mejor educación con docentes altamente preparados, instalaciones e infraestructura calificadas para garantizar los mejores resultados.



Tabla De Contenido

1. INTRODUCCIÓN	13
2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA	14
2.1. Descripción.....	14
2.1.1 Actividades de la empresa en la prestación del servicio	14
2.1.1.2 Reseña histórica	15
2.2 Ubicación geográfica	15
2.3 Organigrama de la empresa de servicios públicos EMSANTANA S.A E.S. P	16
3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	17
4. OBJETIVOS	18
4.1 Objetivo General:	18
4.2 Objetivos Específicos:	18
5. MARCO REFERENCIAL	19
5.1. Marco conceptual.....	19
5.2 Marco legal	20
6. DISEÑO METODOLÓGICO.....	22
6.1 Descripción de actividades para cumplimiento de los objetivos y desarrollo del cronograma.....	24
6.1.1. Actividades para el desarrollo del primer objetivo específico.....	24
6.1.1.1 Aspectos técnicos revisados en el diagnóstico inicial:	24
6.1.2. Actividades segundo objetivo específico	25
6.1.3. Actividades tercer objetivo específico	25
6.1.3. Actividades cuarto objetivo específico	25
7. RESULTADOS.....	26
7.1 Identificar por medio de un diagnóstico inicial, cual es el estado actual en el manejo de los residuos sólidos en el municipio de Santana, Boyacá.....	26
7.1.1 Aspectos técnicos.....	26
7.1.1.1 Tarifas del servicio público de aseo	26
7.1.1.2 Estratificación socioeconómica aplicada para el cobro de servicio de aseo público.....	26
7.1.2 Recolección, transporte y transferencia.....	27
7.1.3 Métodos de recolección.....	28
7.1.3.1 Método de acera.....	28
7.1.4 Residuos Rurales	30
7.1.5. Barrido y limpieza de vías y áreas públicas	30
7.1.5.1. Cobertura del barrido del área urbana.....	30
7.1.5. 2. Descripción del barrido y limpieza del área urbana	31
7.1.6 Cantidad de cestas públicas instaladas.....	32
7.1.7 Corte de césped y poda de árboles	33



7.1.8 Lavado y limpieza de áreas públicas.....	33
7.1.9 Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.....	34
7.1.9.1 Procesos de transformación de los residuos.....	34
7.1.9.1.1 Recepción de residuos orgánicos.	34
7.1.9.1.2. Triturado	35
7.1.9.1.3 Transporte del material	35
7.1.9.1.4 Almacenamiento de la materia orgánica.....	36
7.1.9.2 Cantidad de residuos orgánicos recibidos en la planta de compostaje	37
7.1.10 Residuos sólidos reciclables o aprovechables.....	37
7.1.11 Residuos de construcción y demolición.....	37
7.1.12 Disposición final.....	38
7.1.12.1 Características relleno sanitario regional de Pírgua	38
7.2 Elaborar la digitalización de las rutas de recolección de los residuos sólidos basados en los trayectos existentes en el municipio.	39
7.2.1 Georreferenciación y digitalización de las rutas de recolección.	39
7.2.2 Ruta de recolección de residuos orgánicos lunes y viernes	40
7.2.2.1 Cobertura de recolección.....	41
7.2.3 Ruta de recolección de residuos inorgánicos lunes	42
7.2.3 .1 Cobertura de recolección.....	43
7.2.4 Ruta de recolección de residuos inorgánicos martes.....	44
7.2.4 .1 Cobertura de recolección.....	45
7.2.5 Ruta de recolección de residuos inorgánicos parte rural miércoles.....	46
7.2.5.1 Cobertura de recolección.....	47
7.3 Determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los residuos generados en el casco urbano del municipio.	48
7.3.1 Calculo de proyecciones poblacional.	48
7.3.2 Proyecciones de generación de residuos sólidos para el municipio de Santana, Boyacá.....	51
7.3.3 Tamaño de muestra	52
7.3.3.1 Estratificación socioeconómica de los usuarios del servicio de aseo	52
7.3.3.2 cálculo del Numero de muestra:.....	52
7.3.3.3 Distribución de las muestras.....	53
7.3.3.4 Distribución del muestreo estratificado para la caracterización para los residuos.	54
7.3.4 Metodología para la recolección de los residuos en las viviendas.....	54
7.3.5 Determinación de la densidad.....	57
7.3.6.1 Fecha de la recolección de las muestras para estratos 1 y 2	60
7.3.6.2 Caracterización residencial estratos 1 y 2.	60
7.3.6.3 Fecha de la recolección de las muestras para estrato 3 y establecimientos comerciales	60



7.3.7 Metodología de caracterización.....	62
7.3.7.1 Equipos y materiales utilizados	63
7.3.8 Resultados de la caracterización por estrato socioeconómico	66
7.3.8.1 Resultados de caracterización generalizada y agrupada de los residuos sólidos.....	68
7.3.8.2. Gráfico de resultados de composición física porcentaje de peso de la caracterización residencial del estrato 1	69
7.3.8.3 Gráfico de resultados de composición física porcentaje de peso de la caracterización residencial del estrato 2.....	70
7.3.8.4 Gráfico de resultados de composición física porcentaje de peso de la caracterización residencial del estrato 3.....	71
7.3.8.5 Relación de residuos sólidos aprovechables y no aprovechables por estrato socioeconómico.....	72
7.3.9 Resultado de la caracterización establecimientos comerciales	72
7.3.10 Promedio de composición porcentual en masa de los tipos de residuos de la caracterización para estrato 1,2 y 3.....	75
7.3.10.1 Gráfico Promedio de composición porcentual en masa de los tipos de residuos de la caracterización para estratos 1,2 y 3.....	75
7.3.10.2 Relación residuos sólidos aprovechables y no aprovechables promedio estrato 1,2 y 3	76
7.3.11. Proyección de residuos domiciliarios caracterizados	78
7.4 Formular estrategias de apoyo para la gestión adecuada de los residuos sólidos generados en el municipio.....	80
7.4.2 Propuesta de alternativa para la creación de una estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos ECA	83
7.4.3 Estrategias para el apoyo en la gestión de los residuos sólidos en la zona rural.	87
7.4.4 Estrategias para el apoyo en la gestión de residuos sólidos de construcción y demolición-RCD	88
7.4.5 Estrategias para el apoyo de otros aspectos en la prestación del servicio.	89
8. CONCLUSIONES.....	90
9. RECOMENDACIONES	92
ANEXOS.....	95
REFERENCIAS.....	101



Índice De Tablas

Tabla 1 Descripción de las actividades de prestación de servicios de la empresa	14
Tabla 2 Marco conceptual.....	19
Tabla 3 Marco legal	20
Tabla 4 Plan de trabajo de la pasantía.....	22
Tabla 5 Cronograma de Actividades.....	23
Tabla 6 Tarifas de servicio público de aseo vigencia 2016	26
Tabla 7 Estratificación socioeconómica	27
Tabla 8 Frecuencias de las rutas de recolección de los residuos.	27
Tabla 9 Características del camión compactador	28
Tabla 10 Cobertura de la actividad de barrido y limpieza de áreas públicas Santana	30
Tabla 11 Cantidad de materia orgánica recibida de los municipios a los que se les presta el servicio	37
Tabla 12 Distancia recorrida en la ruta orgánica lunes y viernes	41
Tabla 13 Distancia recorrida en la ruta inorgánica del lunes	43
Tabla 14 Distancia recolectada en la ruta de residuos inorgánicos del martes	45
Tabla 15 Distancia recolectada en la ruta de residuos inorgánicos martes	47
Tabla 16 Usuarios población urbana Santana.....	48
Tabla 17 Asignación del nivel de complejidad.....	49
Tabla 18 Métodos del cálculo poblacional según el nivel de complejidad del sistema	49
Tabla 19 Proyección poblacional por los métodos escogidos desde el 2020 hasta 2032.	49
Tabla 20 Producción per cápita 2020	51
Tabla 21 Proyección generación residuos sólidos 2020-2032.....	51
Tabla 22 Estratificación socioeconómica de los usuarios del servicio de aseo	52
Tabla 23 Parámetros para calcular la muestra	52
Tabla 24 Número de muestras por estrato.	53
Tabla 25 Producción per cápita domiciliaria estrato 1,2 y 3	57
Tabla 26 Parámetros para el cálculo de la densidad	58
Tabla 27 Tipo de separación en la fuente GTC 24	61
Tabla 28 Clasificación de los residuos solidos	62
Tabla 29 Composición física en porcentaje de peso de los residuos generados	66
Tabla 30 Composición física porcentaje de peso estratos 1,2 y 3	68
Tabla 31 Relación de residuos sólidos aprovechables y no aprovechables por estrato	72
Tabla 32 Resultados de la composición física de los residuos para establecimientos comerciales.	73
Tabla 33 Resumen composición porcentual en peso de los residuos sólidos de la caracterización estratos 1,2 y 3.....	75
Tabla 34 Relación residuos sólidos aprovechables y no aprovechables.....	76
Tabla 35 Cantidad de residuos aprovechables y no aprovechables de disposición final	77
Tabla 36 Proyección de residuos generados en el municipio 2020 -2032	78
Tabla 37 Ejemplo de Proyección de residuos domiciliarios caracterizados aprovechables el año 2032.	84
Tabla 38 Estrategias para el apoyo de otros aspectos en la prestación del servicio	89
Tabla 39 Guía para un reciclaje efectivo.....	95
Tabla 40 Alternativas para reducción de residuos no aprovechables	97
Tabla 41 Gestión integral de las 3r para los residuos aprovechables.....	98



Índice de gráficas

Gráfica 1 Organigrama de la empresa de servicios públicos EMSANTANA S.A E.S. P ...	16
Gráfica 2 Proyección de la población del municipio 2020-2032	50
Gráfica 3 Composición física porcentaje de masa caracterización estrato 1	69
Gráfica 4 Composición física porcentaje de peso caracterización estrato 2.....	70
Gráfica 5 Composición física porcentaje de peso caracterización estrato 3.....	71
Gráfica 6 Relación de porcentaje de residuos aprovechados vs no aprovechados	72
Gráfica 7 Composición en porcentaje de masa establecimientos comerciales.....	74
Gráfica 8 Promedio de composición porcentual en masa de los tipos de residuos de la caracterización para estratos 1,2 y 3.....	75
Gráfica 9 Relación residuos aprovechables vs no aprovechables promedio residencial estrato 1.2 y 3.....	76
Gráfica 10 Generación de residuos sólidos aprovechables año 2032.....	84
Gráfica 11 Flujograma estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos.	86



Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación geográfica de la empresa de servicios Públicos	15
Figura 2 Vehículo compactador	28
Figura 3 Disposición de residuos sólidos en acera en el municipio de santana	29
Figura 4 Ruta de cobertura de barrido y limpieza de vías públicas del municipio	31
Figura 5 Barrido y limpieza de las vías públicas por parte del operario	32
Figura 6 Cesta publica distribuidas en vía pública y en el parque	33
Figura 7 Recepción de residuos orgánicos en la tolva	34
Figura 8 Maquina picadora de los residuos orgánicos.....	35
Figura 9 Recolección del residuo orgánico listo para el proceso de compostaje.....	35
Figura 10 Almacenamiento del compostaje.....	36
Figura 11 Relleno sanitario el Pirgua	38
Figura 12 Ruta de recolección de residuos orgánicos	40
Figura 13 Ruta de recolección residuos sólidos inorgánicos	42
Figura 14 Ruta de recolección inorgánica martes	44
Figura 15 Ruta de recolección inorgánica zona rural miércoles.....	46
Figura 16 Distribución del muestreo estratificado para la caracterización	54
Figura 17 Toma de muestra de los residuos en las viviendas seleccionadas	55
Figura 18 Etiqueta de bolsas para diferenciar estrato socioeconómico	55
Figura 19 Almacenamiento de las muestras en el camión compactador	56
Figura 20 Pesaje de las bolsas recolectadas para las muestras de cada estrato socioeconómico.....	56
Figura 21 Evidencia de procedimiento de determinación de la densidad	59
Figura 22 Determinación de la composición física de los residuos solidos	62
Figura 23 Ruptura de las bolsas de residuos recolectados en las muestras.....	64
Figura 24 proceso de determinación de la composición física de los residuos sólidos	64
Figura 25 Pesaje de las bolsas clasificadas.....	65
Figura 26 Resultado bolsas clasificadas.....	65
Figura 27 Código de colores para la separación de residuos en la fuente	94



RESUMEN

En el presente trabajo se establecieron estrategias de apoyo para la gestión de los residuos sólidos en el municipio de Santana, Boyacá para el cumplimiento de actividades de la empresa de servicios públicos EMSANTANA S.A. E.P.S, debido a que no hay un manejo integral adecuado de los residuos sólidos y por ende hay incumplimiento en las actividades y metas que deben ser abarcadas anualmente por parte de la entidad pública ante los requerimientos municipales y departamentales en la prestación del servicio.

La metodología desarrollada estuvo basada en identificar por medio de un diagnóstico inicial cual es el estado actual en el manejo de los residuos sólidos en el municipio, determinar las características cualitativas y cuantitativas de los residuos generados en el casco urbano y de los establecimientos comerciales; la identificación de los problemas en los ámbitos de la prestación del servicio por parte de la empresa, todo con el objeto de formular las estrategias de apoyo que mejor solución le brinde a la gestión adecuada de los residuos sólidos del municipio.

Con los resultados conseguidos se logró la formulación de las estrategias de apoyo como documento base para efectuar actividades pertinentes que permitan desarrollar el cumplimiento de las metas que debe cumplir la empresa de servicios públicos EMSANTANA S.A. E.P.S que accedan a darle una mejor gestión a los residuos sólidos generados en el municipio de Santana.

Palabras claves:

Gestión de residuos sólidos, manejo integral, prestación del servicio, residuos.



ABASTRAC

In the present work, support strategies were established for the management of solid waste in the municipality of Santana Boyacá for the fulfillment of activities of the public services company EMSANTAN S.A., because there is no adequate comprehensive management of solid waste and therefore there is non-compliance in the activities and goals that must be covered annually by the public entity in view of the municipal and departmental requirements in the provision of the service.

The methodology developed was based on identifying by means of an initial diagnosis what is the current state of solid waste management in the municipality, determining the qualitative and quantitative characteristics of the waste generated in the urban area and commercial establishments; the identification of problems in the areas of service provision by the company, all with the aim of formulating the support strategies that provide the best solution to the solid waste management of the municipality.

With the results achieved, the formulation of support strategies was achieved as a base document to carry out relevant activities that allow developing the fulfillment of the goals that the public services company EMSANTANA S.A. must meet. that agree to better manage the solid waste generated in the town of Santana.

keywords

Solid waste management, comprehensive management, service provision, waste.

1. INTRODUCCIÓN

En los países de América latina el manejo de los residuos sólidos prevalece bajo un esquema que se basa en la recolección y la disposición final, renunciando a las actividades de aprovechamiento, reciclaje y tratamiento de los residuos, además de que la disposición final es sanitaria y ambientalmente inadecuada (AIDIS-IDRC, 2006). Según lo anterior, se puede expresar que en la gran mayoría de municipios de Colombia las tecnologías o sistemas que se aplican para la gestión integral de residuos sólidos son inadecuadas e ineficientes, ya que al no tratar eficientemente aspectos de aprovechamiento, reciclaje y tratamiento de los residuos, esto trae consigo innumerables problemas ambientales, sociales y económicos, ya que el mal manejo de los residuos genera impactos negativos que deterioran los componentes bióticos y abióticos.

Según el “manual para el manejo integral de residuos en el valle de aburrá” para Colombia los residuos sólidos deben tener un manejo integral que integren la adopción de un conjunto de medidas básicas que permitan la prevención, minimización, separación, almacenamiento, transporte, aprovechamiento, valorización, tratamiento y disposición final adecuada de los diferentes residuos sólidos con el fin de prevenir y reducir los posibles riesgos y afectaciones sobre la salud y el medio ambiente (Manual para el manejo integral de residuos en el Valle de Aburrá - Área Metropolitana, 2007).

El municipio de Santana, Boyacá cuenta con una recolección de residuos sólidos que separa la materia orgánica e inorgánica, en donde solo al residuo orgánico se le hace un aprovechamiento para la elaboración de compostaje, en cambio el residuo inorgánico es dispuesto en un relleno sanitario sin darle ningún aprovechamiento, por esta razón la ejecución de la pasantía es de vital importancia, ya que el estudiante de ingeniería ambiental buscará la forma de diseñar, planificar y ejecutar estrategias que fomenten un manejo adecuado de los residuos sólidos que eviten problemáticas ambientales y de salud para la población, y por ende además reforzará sus conocimientos de investigación, residuos sólidos, estadística y formulación de proyectos, y asimismo aportar beneficios a la empresa de servicios públicos del municipio.



2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

2.1. Descripción:

NIT: 900196377-7

Razón social: Empresa de servicios públicos EMSANTANA S.A E.S.P.

Nombre del coordinador que acompañó al pasante: Derly Vanessa Ruiz López

Inicio de operaciones: año 2008

Horario de trabajo: lunes a viernes: 8:00 am – 12:00 pm / 2:00 pm – 6:00 pm

Teléfono: 3144016942-3108628793

Dirección: Calle 4 N° 4-04

Ciudad: Santana Boyacá

ARL: POSITIVA S.A

Clase de riesgo: Tipo I empleados administrativos, Tipo III recolectores y Tipo IV conductor de camión compactador.

2.1.1 Actividades de la empresa en la prestación del servicio

La empresa de servicios públicos EMSANTANA S.A E.S. P del municipio de Santana, Boyacá es la encargada de prestar el servicio público de aseo de forma eficaz en toda la comunidad con una cobertura de calidad y continuidad.

Actualmente, el esquema de la prestación del servicio es municipal, que corresponde a los componentes según las actividades inscritas en el último RUPS las cuales son:

Tabla 1 Descripción de las actividades de prestación de servicios de la empresa

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Recolección residuos sólidos	La empresa por parte del camión compactador y los auxiliares realizan la recolección de los residuos en dos rutas, una orgánica y la otra inorgánica
Transporte de residuos sólidos	Los residuos orgánicos son transportados a la planta de tratamiento y transformación de compostaje situada en el límite del municipio vía Bucaramanga, los residuos inorgánicos son transportados al relleno sanitario ubicado en la ciudad de Tunja.

Proceso de barrido y limpieza de vías y áreas públicas en el municipio.	Los auxiliares de limpieza realizan el barrido y limpieza de las vías públicas semanalmente dando cobertura a todas las vías del casco urbano.
Corte de césped y poda de árboles	Esta actividad se realiza periódicamente según se requiera
Lavado de áreas públicas	Esta actividad solo se lleva a cabo en el parque principal cuando hay eventos como ferias o eventos culturales
Aprovechamiento	Los residuos orgánicos son aprovechados en la planta de tratamiento mediante el proceso de compostaje, a excepción de la actividad de disposición final de los residuos inorgánicos que es regional y que se lleva a cabo en el relleno sanitario PIRGUA de la ciudad de Tunja

Fuente el autor

2.1.1.2 Reseña histórica

La EMPRESA DE SERVICIOS DEL MUNICIPIO DE SANTANA S.A E.S. P fue creada mediante el documento público en el año de 2008, para de esta manera dar cumplimiento con lo establecido en la ley 142 de 1994 y con el propósito de garantizar la prestación de los servicios públicos a la población de Santana.

2.2 Ubicación geográfica

La empresa de servicios públicos EMSANTANA S.A E.S. P está ubicada en el municipio de Santana, Boyacá, en la alcaldía municipal en la dirección calle 4 N° 4-04

Figura 1 Ubicación geográfica de la empresa de servicios Públicos

A.



B.



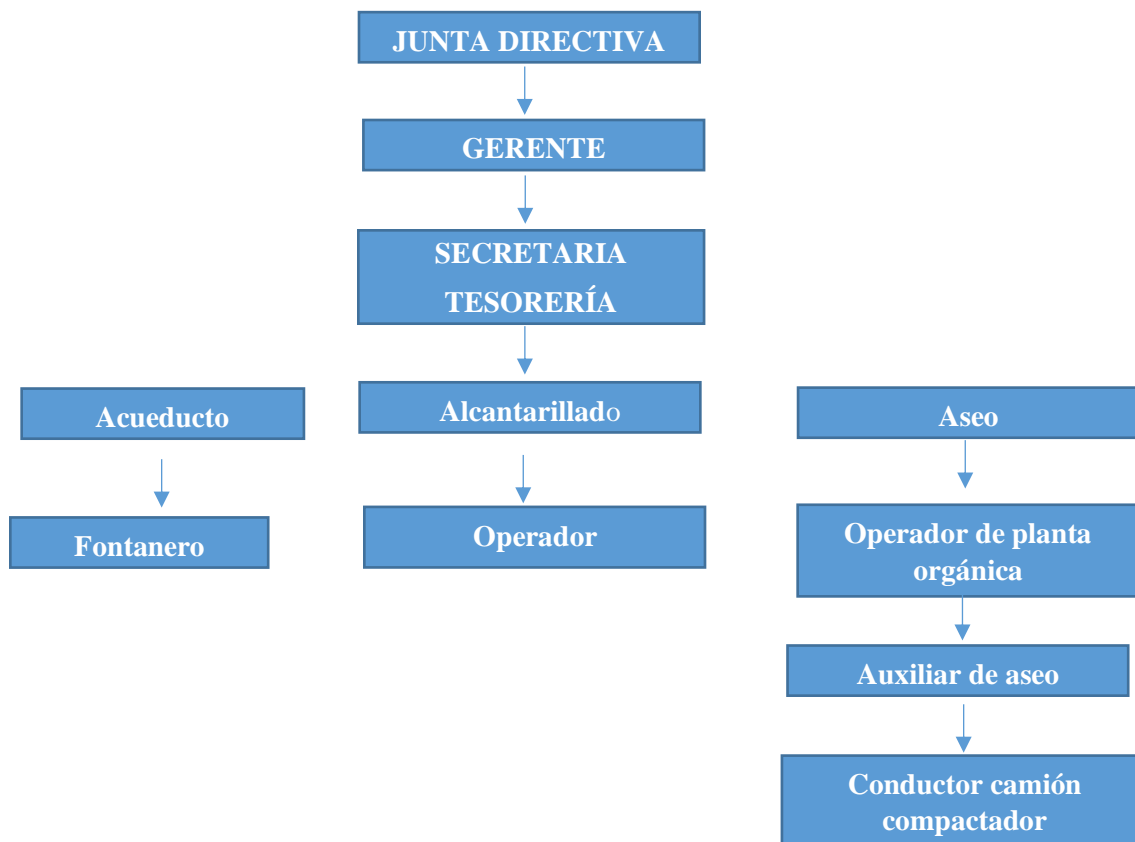
C.



Fuente Google maps adaptado por el autor

2.3 Organigrama de la empresa de servicios públicos EMSANTANA S.A E.S. P

Gráfica 1 Organigrama de la empresa de servicios públicos EMSANTANA S.A E.S. P



Fuente Empresa de servicios públicos

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los residuos sólidos municipales de Santana, Boyacá resultan de las actividades y los procesos que se extienden en el contorno residencial, lugares y servicios públicos, construcción y demolición, instituciones oficiales, establecimientos comerciales y de servicios, así como de residuos provenientes de la producción agricultura y pecuaria.

En el municipio de Santana, hay deficiencia en la gestión y el manejo de los residuos sólidos; y esto se debe a que la empresa de servicios públicos realiza la recolección de los residuos sólidos en dos rutas, una que recolecta la materia orgánica la cual es transportada a la planta de tratamiento y aprovechamiento para la elaboración de compostaje, y la otra ruta recoge el material inorgánico el cual se transporta al relleno sanitario sin ejecutar aprovechamiento alguno. Además, existen otras problemáticas como lo son la no existencia un plan para el manejo de los residuos sólidos de construcción y demolición, la baja cobertura de los residuos en las zonas rurales, y como ultimo las pocas alternativas para aprovechar los residuos en actividades que incluyan el reciclaje y reutilización de estos.

Según lo anterior, un deficiente manejo de residuos sólidos municipales impacta negativamente en el ambiente, contaminando el agua por vertimientos directos de los residuos sólidos que por escorrentía llegan a las fuentes hídricas, así como la infiltración del suelo por los lixiviados proveniente de los residuos, el aire es afectado por la emisión de gases de efecto invernadero que emiten la acumulación inadecuada de desechos en lugares no aptos para esta disposición, el deterioro estético y paisajístico es otra problemática ambiental y social producto de la mala gestión de los residuos.

Otro aspecto que indudablemente afecta esta problemática es la salud pública ocasionando incidencia en la propagación de vectores y transmisión de enfermedades; por último la economía y recursos también son afectados por el mal servicio de los residuos sólidos, ya que los residuos pueden ser aprovechados e incluirse en la economía local y generar entradas de dinero, y de no ser así se produce agotamiento y alteración de los recursos naturales causando pérdidas a corto y largo plazo. (Guía de Planeación Estratégica para el Manejo de Residuos Sólidos de Pequeños Municipios en Colombia, 2017).



4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General:

Establecer estrategias de apoyo para la gestión de residuos sólidos en el municipio de Santana-Boyacá para el cumplimiento de actividades de la empresa de servicios públicos EMSANTAN S.A. E.P.S

4.2 Objetivos Específicos:

- Identificar por medio de un diagnóstico inicial, cual es el estado actual en el manejo de los residuos sólidos en el municipio de Santana Boyacá.
- Digitalizar las rutas que realiza el camión compactador para recolectar los residuos sólidos.
- Determinar las características cualitativas y cuantitativas de los residuos generados en el casco urbano del municipio y los establecimientos comerciales.
- Formular estrategias de apoyo para la gestión adecuada de los residuos sólidos generados en el municipio.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. Marco conceptual

Tabla 2 Marco conceptual

Decreto 1713 de 2002 Ministerio del medio ambiente	
CONCEPTO	DEFINICIÓN
Área pública:	Espacio destinado al uso, entretenimiento o tránsito público excluyendo aquellos espacios cerrados y con limitaciones de acceso.
Caja de almacenamiento	Depósito metálico o de otro material técnicamente apropiado, para almacenar temporalmente los residuos sólidos de origen poblacional, en ambientes herméticos y que facilite el manejo o remoción por medios mecánicos o manuales
Gestión integral de residuos sólidos:	Son el conjunto operaciones y disposiciones encauzadas a dar a los residuos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final
Reciclaje	Es la acción mediante la cual los residuos sólidos recuperados se aprovechan y transforman, con el fin de devolverle a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos
Recolección	Es la operación y efecto de recolectar y retirar los residuos sólidos de uno o varios generadores efectuada por la persona o empresa prestadora del servicio
Recuperación	Es la labor que accede a seleccionar y retirar los residuos sólidos que consiguen someterse a un nuevo proceso de aprovechamiento, para transformarlos en materia prima útil en la fabricación de nuevos productos.
Relleno Sanitario	Es el sitio técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de los residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, empujando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final
Residuo sólido	Cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido efectivo del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, comerciales, industriales, institucionales, de servicios, que el productor abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final
Residuo sólido aprovechable	Todo material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo

Residuo sólido no aprovechable	Cualquier material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo
Reutilización	Es la actividad donde se efectúa una prolongación y adecuación de la vida útil de los residuos sólidos recuperados y que mediante métodos, operaciones o procesos permiten a los materiales su posibilidad de utilización en su función original o en alguna relacionada, sin que para ello requieran procesos adicionales de transformación
Separación en la fuente	Es el proceso mediante se realiza la clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan para su posterior recuperación

Fuente el autor tomado de (Decreto 1713 de 2002 Ministerio del medio ambiente, 2002).

5.2 Marco legal

Tabla 3 Marco legal

MARCO LEGAL	NORMATIVIDAD	CONTENIDO DE LA NORMA
CARÁCTER GENERAL	Constitución política de Colombia	En los artículos 8, 78,79, 80, 81 y 82 la constitución política de Colombia refiere claramente a que toda organización pública o privada deberá velar por la protección el medio ambiente y garantizar porque sus trabajadores protejan los recursos naturales, así mismo la creación de políticas Ambientales y la implementación de programas y planes ambientales
	Ley 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
	Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias para la protección del medio ambiente.
	Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio de Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental -SINA-
	Ley 388 de 1997	Ley de Ordenamiento Territorial
	Ministerio de Medio Ambiente, 1998.	Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos
Servicio público de aseo	Ley 142 de 1994	Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones



	Ley 286 de 1996	Por medio del cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994 en relación con la contribución de solidaridad en la autogeneración.
	Decreto 605 de 1996	Capítulo I del Título IV, por medio del cual se establecen las prohibiciones y sanciones en relación con la prestación del servicio público domiciliario de Aseo
	Decreto 1713 de 2002	Decreto por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos
	Decreto 2891 del 2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.
	Resolución 0754 del 2014	Por la cual se adopta la Metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS
	Resolución No. 1096 de 2000	Es expedida por el Ministerio de Desarrollo Económico, por la cual se adopta el Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS.
Regulación del servicio público de aseo	Resolución No. 201 de 2001	Expedida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, por la cual se establecen las condiciones para la elaboración, actualización y evaluación de los Planes de Gestión y Resultados.
	Resolución No. 151 de 2001	Expedida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, establece la regulación integral de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo
	Resoluciones No. 153. 156 y 162 de 2001	Expedida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, que modifican parcialmente la Resolución 151 de 2001 de la CRA.
	Resolución No 233 de 2002 y No. 247 de 2003	Expedida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, establece una opción tarifaria para multiusuarios del servicio de aseo.
	Resolución 1045 de 2003	Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones.
	Norma Técnica Colombiana GTC-24 de 2009	Gestión Ambiental de Residuos sólidos y guía para la separación en la fuente.

Fuente el autor.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

Para llevar el desarrollo de la pasantía se diseñó el plan de trabajo y cronograma acorde para dar cumplimiento a los objetivos específicos y actividades planteadas.

Tabla 4 Plan de trabajo de la pasantía

OBJETIVO ESPECÍFICO	ACTIVIDAD
1. Identificar por medio de un diagnóstico inicial, cual es el estado actual en el manejo de los residuos sólidos en el municipio de Santana Boyacá.	a. Obtención de datos a partir de las entrevistas y preguntas directas a todo el personal involucrado para cada uno de los procedimientos en el manejo de los residuos sólidos.
	b. Observación directa en cada uno de los procedimientos realizados por la empresa para el manejo integral de residuos sólidos incluyendo recolección, transporte y disposición final.
	c. Listas de encuesta y chequeo para tabulación de datos que permita el procesamiento y análisis de información.
	d. Revisión bibliográfica
2. Elaborar la digitalización las rutas de recolección de los residuos sólidos basados en los trayectos existentes en el municipio.	a. Realizar el recorrido de las diferentes rutas con el camión recolector
	b. Geo referenciar los puntos importantes de cada ruta como lo son: inicio, fin, y límites a los que llega el recorrido.
	d. Realizar la digitalización de las rutas en mapa.
3. Determinar las características cualitativas y cuantitativas de los residuos generados en el casco urbano del municipio y los establecimientos comerciales.	a. Programar el día y la metodología para la caracterización de los residuos sólidos en acuerdo con la gerencia de la empresa.
	b. Establecer la cantidad en masa (kg) de residuos sólidos urbanos generados por día en kg/día y ton/mes.
	c. Realizar la caracterización de los residuos sólidos estratificada, de acuerdo con la clasificación establecida en la GTC 24.
4. Formular estrategias de apoyo para la gestión adecuada de los residuos sólidos generados en el municipio.	a. Analizar la información obtenida de los objetivos anteriores como base para la formulación de las estrategias de apoyo
	b. Estructurar las estrategias de apoyo en la gestión de los residuos sólidos para: formación, educación, prevención, separación y disposición final.
	c. Elaboración de documento final.

Fuente el autor.



Tabla 5 Cronograma de Actividades

ACTIVIDAD	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	CUMPLIMIENTO
1. Obtención de datos a partir de las entrevistas y encuestas a todo el personal involucrado para cada uno de los procedimientos en el manejo de los residuos sólidos.							90%
2. Observación directa en cada uno de los procedimientos realizados por la empresa para el manejo Integral de Residuos Sólidos incluyendo recolección, transporte y disposición final.							90%
3. Listas de encuesta y chequeo para tabulación de datos que permita el procesamiento y análisis de información.							80%
4. Revisión Bibliográfica							
5. Realizar el recorrido de las diferentes rutas con el camión recolector							100%
6. Geo referenciar los puntos importantes de cada ruta como lo son: inicio, fin, y límites a los que llega el recorrido.							100%
7. Realizar la digitalización de las rutas en mapa.							100%
8. Programar el día y la metodología para la caracterización de los residuos sólidos en acuerdo con la gerencia de la empresa.							100%
9. Establecer la producción per cápita en kg/hab-día							100%
10. Realizar la caracterización de los residuos sólidos estratificada, de acuerdo con la clasificación establecida en la GTC 24.							90%
11. Analizar la información obtenida de los objetivos anteriores como base para la formulación de las estrategias de apoyo							100%
12. Estructurar las estrategias de apoyo en la gestión de los residuos sólidos para: formación, educación, prevención, separación y disposición final.							100%
13. Elaboración documento final							100%

Fuente el autor.

6.1 Descripción de actividades para cumplimiento de los objetivos y desarrollo del cronograma.

6.1.1. Actividades para el desarrollo del primer objetivo específico

Para realizar el diagnóstico del estado actual en el manejo de los residuos sólidos en el municipio de Santana, Boyacá, se procedió a acompañar cada proceso realizado por parte de la empresa para prestar el servicio, además se efectuó la observación directa y la toma de datos en cada uno de dichos procesos, se presentaba la toma de evidencia fotográfica en cada acompañamiento, también se hizo revisión bibliográfica en los documentos y archivos que presenta la empresa, y constantemente se entrevistaba al personal de cada área de trabajo. Entre estos acompañamientos esta la visita en la planta de tratamiento orgánico, la visita en las rutas de recolección orgánica e inorgánica, la visita e inspección de las canecas públicas, así como el camión compactador.

6.1.1.1 Aspectos técnicos revisados en el diagnóstico inicial:

- Tarifas del servicio público de aseo por parte de la empresa
- Estratificación socioeconómica aplicada en el cobro de servicio de aseo público
- Generación de residuos sólidos
- Recolección, transporte y transferencia
- Métodos de recolección
- Manejo residuos rurales
- Actividad barrido y limpieza de vías y áreas públicas
- Cantidad de cestas públicas instaladas
- Actividad corte de césped y poda de árboles
- Lavado y limpieza de áreas públicas
- Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos
- Residuos sólidos de construcción y demolición
- Residuos sólidos aprovechables y reciclables
- Disposición final

6.1.2. Actividades segundo objetivo específico

Para realizar este objetivo se llevó a cabo las actividades establecidas en el cronograma, se acompañó al camión compactador en las diferentes rutas de recolección, se geo referencio los puntos importantes de cada ruta como lo son: inicio, fin, y límites a los que llega el recorrido, en un mapa impreso se marcó el croquis de la ruta como un borrador de ayuda para después con mayor facilidad realizar el trabajo, y ya por último se realizó la digitalización de cada una de las rutas de recolección.

6.1.3. Actividades tercer objetivo específico

El cumplimiento de este objetivo está desarrollado en un 100%, ya que se hizo el muestreo representativo y la recolección de las muestras para estratos 1, 2 y 3, y establecimientos comerciales, para esta recolección se procedió a ir a las viviendas y recoger los residuos, los cuales iban a ser transportados a la planta de tratamiento de residuos orgánicos para realizar allá la respectiva caracterización, además que el día 12 de marzo se llevó a cabo la caracterización de los estratos 1 y 2, esto se debe a que la toma de la muestra se hizo en dos fases, se recolectó las bolsas de desechos de estratos 1 y 2, de la cual la caracterización fue exitosa, después se recolectó la muestra del estrato 3 y los establecimientos comerciales, cuya caracterización se aplazó por la pandemia del coronavirus.

6.1.3. Actividades cuarto objetivo específico

En el cumplimiento de este objetivo se llevó a cabo las actividades plasmadas en el cronograma de actividades, se inició analizando la información obtenida de los objetivos específicos anteriores como base de información, y a partir de esto evaluar fortalezas y falencias en cada uno de los procesos de la prestación de servicio de aseo por parte de la empresa, todo esto para formular estrategias de apoyo en pro de la mejora a corto y largo plazo en la gestión y manejo de los residuos sólidos en el municipio de Santana, Boyacá.

7. RESULTADOS

7.1 Identificar por medio de un diagnóstico inicial, cual es el estado actual en el manejo de los residuos sólidos en el municipio de Santana, Boyacá

7.1.1 Aspectos técnicos

7.1.1.1 Tarifas del servicio público de aseo

En cuanto a los costos y tarifas del servicio se tiene que la empresa de servicios públicos del municipio de SANTANA S.A E.S. P tiene establecido un costo de tarifa de acuerdo con la estratificación, aplicables para la presente vigencia y aprobado por la junta directiva de la empresa como se relaciona a continuación

Tabla 6 Tarifas de servicio público de aseo vigencia 2016

TARIFA	ESTRATO	TARIFA SUBSIDIADA
Residencial	1	\$ 4.153
Residencial	2	\$ 8.307
Residencial	3	\$ 11.768
No residencial	Comercial	\$ 20.767
No residencial	Institucional	\$ 13.845

Fuente (Actualización Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos Municipio De Santana Boyacá, 2016)

7.1.1.2 Estratificación socioeconómica aplicada para el cobro de servicio de aseo público

La prestación del servicio público de aseo corresponde a una totalidad de 901 suscriptores, a continuación, se relaciona la base de datos de los suscriptores que son susceptibles de facturación en el catastro de usuarios según información entregada por la empresa de servicios públicos del municipio. Teniendo como referencia la aclaración que la empresa solo cuenta con usuarios dentro del sistema de los estratos 1, 2,3 de uso residencial, comerciales y uso oficial, también dentro del estrato 1, 2 y comercial tienen inventario de usuarios correspondiente al sector Rural sobre la vía central. En la siguiente tabla se relacionan.

Tabla 7 Estratificación socioeconómica

ESTRATOS	CANTIDAD	USUARIOS %
ESTRATO 1	277	30,70%
ESTRATO 2	566	62,80%
ESTRATO 3	9	1%
COMERCIAL	40	4,40%
OFICIAL	9	1%
TOTAL, USUARIOS	901	100%

Fuente empresa de Servicios Públicos de Santana

7.1.2 Recolección, transporte y transferencia

En el municipio se ejecuta la recolección de los residuos sólidos aprovechables y no aprovechables los lunes, martes y miércoles los cuales son transportados para disposición final al relleno sanitario de Pirgua en la ciudad de Tunja que se encuentra a 100 km del centro del municipio.

Los lunes y viernes se realiza la recolección de residuos sólidos de tipo orgánico los cuales son transportados a la planta de aprovechamiento de compost del municipio para ser tratados y realizar el proceso de compostaje.

Tabla 8 Frecuencias de las rutas de recolección de los residuos.

TIPO DE RESIDUO	FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN	HORARIO	LUGAR DE DISPOSICIÓN FINAL
Residuos Sólidos inorgánicos	3	Lunes 12 a. m. a 2 p. m. Martes 6 a. m. a 12 p. m. Miércoles 6 a. m. a 9:30 a. m.	Relleno Sanitario Pirgua Ciudad De Tunja
Residuos Orgánicos	2	Lunes 6 a. m. a 10 a. m. Viernes 6 a. m. a 10 a. m.	Planta Orgánica Vereda San Emigdio

Elaboración el autor

El municipio de Santana realiza la recolección de los residuos sólidos en un compactador con las siguientes características:

Tabla 9 Características del camión compactador

Ítem	Observación
Tipo de Vehículo 1	Contenedor placa OGG-563
Capacidad del vehículo	6m 3

Fuente el autor

Figura 2 Vehículo compactador



7.1.3 Métodos de recolección

En el transcurso del trabajo de campo se identificó un método de recolección el cual se describe a continuación:

7.1.3.1 Método de acera

Este método permite que el personal operativo del vehículo recolector adquiera los recipientes con los residuos sólidos que son depositados por los usuarios en la acera, para posteriormente ser acomodados en el vehículo recolector, todo con la finalidad de desocupar el contenido dentro de la sección de carga de dicho vehículo; regresando después los recipientes al lugar de la acera de donde los recolectaron, para que los habitantes atendidos los transporten al interior de sus viviendas.

Figura 3 Disposición de residuos sólidos en acera en el municipio de santana

A.



B.



C.



La recolección la realizan una cuadrilla de 2 operarios, los cuales acompañan al camión compactador, cada operario es encargado de recolectar y depositar los residuos en el camión compactador de cada una de las aceras, lado izquierdo y derecho como se muestra en la imagen.

7.1.4 Residuos Rurales

Los residuos generados en el área rural son recogidos en el sector comprendido por la carretera principal desde el lugar conocido como el filo hasta el límite con el municipio de San José de Pare, incluyendo la vereda San Pedro que llega hasta el sector de “Mate Guadua”. La Empresa de Servicios Públicos EMSANTANA S.A E.S. P actualmente se le presta el servicio de aseo a las siguientes zonas:

- Piscina el Rancho de Pedro.
- Colegio Liceo Mundo Constructivo.
- Sector Casa Blanca.
- Estaciones de servicios Terpel y Esso
- Centro de Salud Santana.
- Viviendas sector San Emigdio Bajo.
- Alto viento.
- Viviendas sector San Martin.
- Piscina municipal.
- Escuela Santa Bárbara.
- Sector rural San pedro “Mate Guadua”

7.1.5. Barrido y limpieza de vías y áreas públicas

7.1.5.1. Cobertura del barrido del área urbana

La empresa de Servicios Públicos de Santana EMSANTANA S.A E.S. P, realiza el barrido y limpieza en el área urbana del Municipio, el cual se hace con el personal de la empresa con una frecuencia de 6 días, lunes a viernes y el domingo.

Para calcular la longitud de cobertura en la actividad del barrido y limpieza de las áreas públicas del municipio, se procedió acompañar al operario hacer el recorrido habitual de su labor, se tomó datos del recorrido realizado, anotando la ruta de las calles y las carreras por las cuales se hace dicho barrido y limpieza, después se procedió a trazar dicho recorrido por Google maps para proceder a medir la longitud de cobertura de esta actividad.

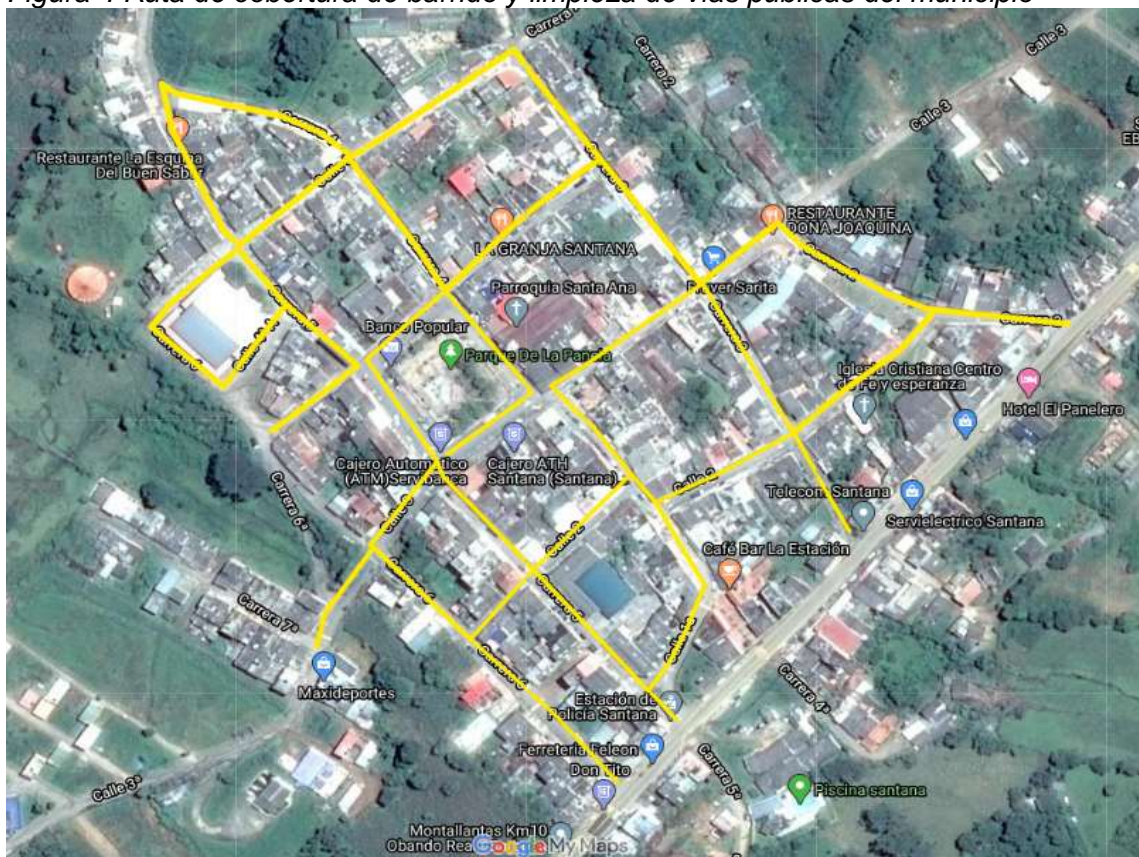
Tabla 10 Cobertura de la actividad de barrido y limpieza de áreas públicas Santana

Tipo de vía	Longitud de barrido	Frecuencia de barrido
Vía pavimentada	2,804 km	6 veces por semana

Fuente el autor

En el municipio se presta la actividad de barrido únicamente en las áreas de las vías pavimentadas las cuales tienen una longitud de 2,8 km, además cada que una alcantarilla se tapone de residuos por la escorrentía de las lluvias se le hace la correspondiente limpieza.

Figura 4 Ruta de cobertura de barrido y limpieza de vías públicas del municipio



Fuente Google maps y adaptado por el autor.

7.1.5. 2. Descripción del barrido y limpieza del área urbana

La actividad de barrido y limpieza del área urbana del Municipio de Santana, Boyacá se desarrolla manualmente, y se lleva a cabo en todas las vías pavimentadas del casco urbano, se realiza de acuerdo con las micro rutas diarias iniciando siempre en el parque principal diseñadas para tal fin de dar cobertura a todas las vías en el transcurso de la semana. Cada operador de aseo cuenta con una carretilla de barrido, elementos de protección, palas, cepillo, rastrillo y bolsas para llevar a cabo su labor. Se cuenta con una cuadrilla de barrida, limpieza, y embellecimiento de áreas públicas (vías, zonas verdes y parques) de 3 operarios los cuales se rotan uno cada semana o en ocasiones laboran los 3 al tiempo.

Figura 5 Barrido y limpieza de las vías públicas por parte del operario

A.



B.



El operario que desempeña el barrido y limpieza de las áreas públicas va guardando los residuos recolectados en una bodega de la alcaldía cada que llena la caneca que transporta en la carretilla, y estos desechos almacenados después son recolectados por el camión compactador cuando hace la ruta de residuos inorgánicos para el casco urbano.

7.1.6 Cantidad de cestas públicas instaladas

Santana Boyacá cuenta con un área de 23,93 hectáreas de zona urbana y para depositar los residuos sólidos, se cuentan con cestas públicas distribuidas en el municipio. En el parque principal se encuentran 6 cestas, y por las vías se localizan 50 unidades distribuidas uniformemente.

En las canecas públicas se depositan todo tipo de residuos, lo recomendable es que, para lugares críticos como el parque, la plaza de mercado, y el centro de acopio se tenga punto ecológico para poder hacer la correcta separación de los residuos desde la fuente y evitar así la pérdida de material que puede ser reciclable.

Figura 6 Cesta publica distribuidas en vía pública y en el parque

A.



B.



7.1.7 Corte de césped y poda de árboles

Para el desarrollo de esta actividad la empresa de servicios públicos EMSANTANA S.A E.S. P se programa una vez por mes inspeccionar los andenes y hacer poda y corte de pastos o hierbas que estén creciendo por parte del operador de turno que esté realizando la limpieza de las vías públicas, para el parque el corte de césped, poda de árboles y la limpieza de este lo lleva acabo la administración municipal con frecuencia.

El tipo de aprovechamiento de residuos de corte de césped y poda de árboles se hace llevando estos mismos al sitio de la planta de compostaje.

7.1.8 Lavado y limpieza de áreas públicas

Actualmente, no existe un programa para el lavado y limpieza de áreas públicas en el municipio, pero se realiza lavado del parque principal cuando se llevan a cabo las ferias y fiestas patronales.

El municipio de Santana cuenta con los siguientes sitios públicos susceptibles de lavado y limpieza de áreas públicas.

- Parque principal
- Polideportivo

Para el lavado de estos sitios públicos se debe tener en cuenta el suministro de agua con la cual se cuente al momento de realizar el cumplimiento de este

componente. (Actualización Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos Municipio De Santana Boyacá, 2016).

7.1.9 Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos

La cultura de aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio de Santana es relativamente alta ya que cuentan con una planta de compostaje la cual permite realizar el tratamiento de este tipo de residuos para posteriormente ser comercializado, es de mencionar que este abono no cuenta con registro ICA. (Actualización Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos Municipio De Santana Boyacá, 2016).

A pesar de que el abono no tiene el registro para su venta, la planta de compostaje realiza en ocasiones la venta de bultos de dicho abono a personas que llegan a la compra de este.

Los residuos orgánicos recolectados el lunes y viernes por parte del camión compactador, son dispuestos en la planta de tratamiento de compostaje, los cuales se depositan en la maquina cortadora la cual los reduce en trozos muy pequeños, y después la banda transportadora los lleva al lugar donde el operario los deposita en una carreta y de ahí los traslada a la bodega de almacenamiento los cuales se empiezan acumular en pilas para dar inicio al proceso de descomposición.

7.1.9.1 Procesos de transformación de los residuos

7.1.9.1.1 Recepción de residuos orgánicos.

Los residuos orgánicos después de ser recolectados y transportados por el camión compactador hacia la planta de compostaje son depositados en la tolva la cual los comprime o troza en porciones más pequeñas.

Figura 7 Recepción de residuos orgánicos en la tolva



7.1.9.1.2. Triturado

Se realiza el triturado de los residuos orgánicos en la máquina trituradora de tornillo sin fin, después dichos residuos son pasados en la banda transportadora para que el operario encargado deseche los residuos que no son orgánicos manualmente.

Figura 8 Máquina picadora de los residuos orgánicos



7.1.9.1.3 Transporte del material

El operario se encarga de transportar los residuos orgánicos de forma manual usando una carretilla para llevarlo a la zona de aprovechamiento para almacenarlo en las pilas o columnas donde se deposita para iniciar el proceso de descomposición.

Figura 9 Recolección del residuo orgánico listo para el proceso de compostaje



7.1.9.1.4 Almacenamiento de la materia orgánica

La materia orgánica fresca triturada y picada es almacenada en la bodega donde se encuentran las pilas o columnas donde se disponen los residuos para que inicien el proceso de transformación para obtener el abono, el operario realiza la aplicación los insumos de cal y microorganismos a cada pila, ya cuando la materia esta lista para ser usada como abono, se tamiza y se empaca en costales para su disposición.

Para el inicio de la biodegradación se realiza aireación a través del volteo de las pilas o sistemas acción que realiza el operario cuando se alcanza una temperatura de 50° C, durante esta etapa es importante que el operario controle la temperatura, ya que esta variable es un factor condicionante para el incremento de los microorganismos esenciales para la degradación de la materia orgánica.

Figura 10 Almacenamiento del compostaje



En la imagen anterior se observa la diferencia entre dos pilas o columnas, una de materia orgánica fresca y la otra de materia orgánica con mayor proceso de descomposición. El operario se encarga de agregar los microorganismos para acelerar la descomposición, como así mismo le agrega cal, después de terminado el proceso de compostaje se procede a tamizar la materia orgánica y se finaliza empacando el abono en costales para posteriormente venderlos.

7.1.9.2 Cantidad de residuos orgánicos recibidos en la planta de compostaje

La planta de compostaje además de recibir los residuos sólidos orgánicos del municipio de Santana presta el servicio de acoger los provenientes de los municipios de Chitaraque, San José de Pare del departamento de Boyacá y Güepsa Santander.

Tabla 11 Cantidad de materia orgánica recibida de los municipios a los que se les presta el servicio

Municipio	Día de recepción de materia orgánica	Cantidad aproximada de residuos recibidos al mes
Santana	Lunes y viernes	20 toneladas/mes
San José de Pare	Lunes	6,6 toneladas/ mes
Chitaraque	Lunes	7 toneladas/mes
Güepsa Santander	Lunes y viernes	16 toneladas/ mes
	Total	49,6 toneladas mes

Fuente el autor

7.1.10 Residuos sólidos reciclables o aprovechables

En relación con los residuos sólidos reciclables o aprovechables es baja la cultura, ya que el proceso de separación en la fuente no existe, y la gente mezcla todo el material inorgánico, incluyendo material inerte y otros no separables, los cuales solo se transportan al relleno sanitario.

7.1.11 Residuos de construcción y demolición

En relación con los residuos sólidos de construcción y demolición no existe escombrera municipal, por tanto, se presenta inadecuada disposición de los residuos sólidos de construcción y demolición, este tipo de residuos son utilizados para relleno de terrenos de personas particulares o para adecuación de vías del área rural.

El municipio de Santana, Boyacá no cuenta con una caracterización de residuos de construcción y demolición, y tampoco se cuenta con una cantidad estimada de estos residuos.

7.1.12 Disposición final

Los residuos son llevados en su totalidad al Relleno Sanitario de Pírgua, cada ocho días, el cual cuenta con autorización de la Autoridad Ambiental Resolución N °0817 de 13 de septiembre de 2005 emitida por la autoridad ambiental que para el caso es CORPOBOYACA, en la actualidad se cuenta con un contrato Interadministrativo SERVIGENERALES de la ciudad de Tunja para llevar a cabo el componente de disposición final dentro de la normatividad legal vigente. (Actualización Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos Municipio De Santana Boyacá, 2016).

No se cuenta con registro de volumen de lixiviados, eficiencia en el tratamiento de lixiviados, como tampoco de manejo de gases, ya que en el relleno sanitario no tipifican la disposición final por municipio, allí se manejan registros a nivel regional (Actualización Plan De Gestión De Residuos Sólidos Municipio De Santana Boyacá-2016).

7.1.12.1 Características relleno sanitario regional de Pírgua

Localizado en el municipio de Tunja, en la vereda de Pírgua a una distancia de 100 km del centro del municipio de Santana, este relleno cuenta con una vida útil disponible como disposición final según la autorización ambiental vigente de 11 años. El camión compactador realiza una disposición de dos veces por semana. El horario de atención es de 7:00 a.m. a 3:00 p.m. de lunes a viernes. Ver imagen Satelital.

Figura 11 Relleno sanitario el Pírgua



Fuente Google maps y adaptado por el autor.



7.2 Elaborar la digitalización de las rutas de recolección de los residuos sólidos basados en los trayectos existentes en el municipio.

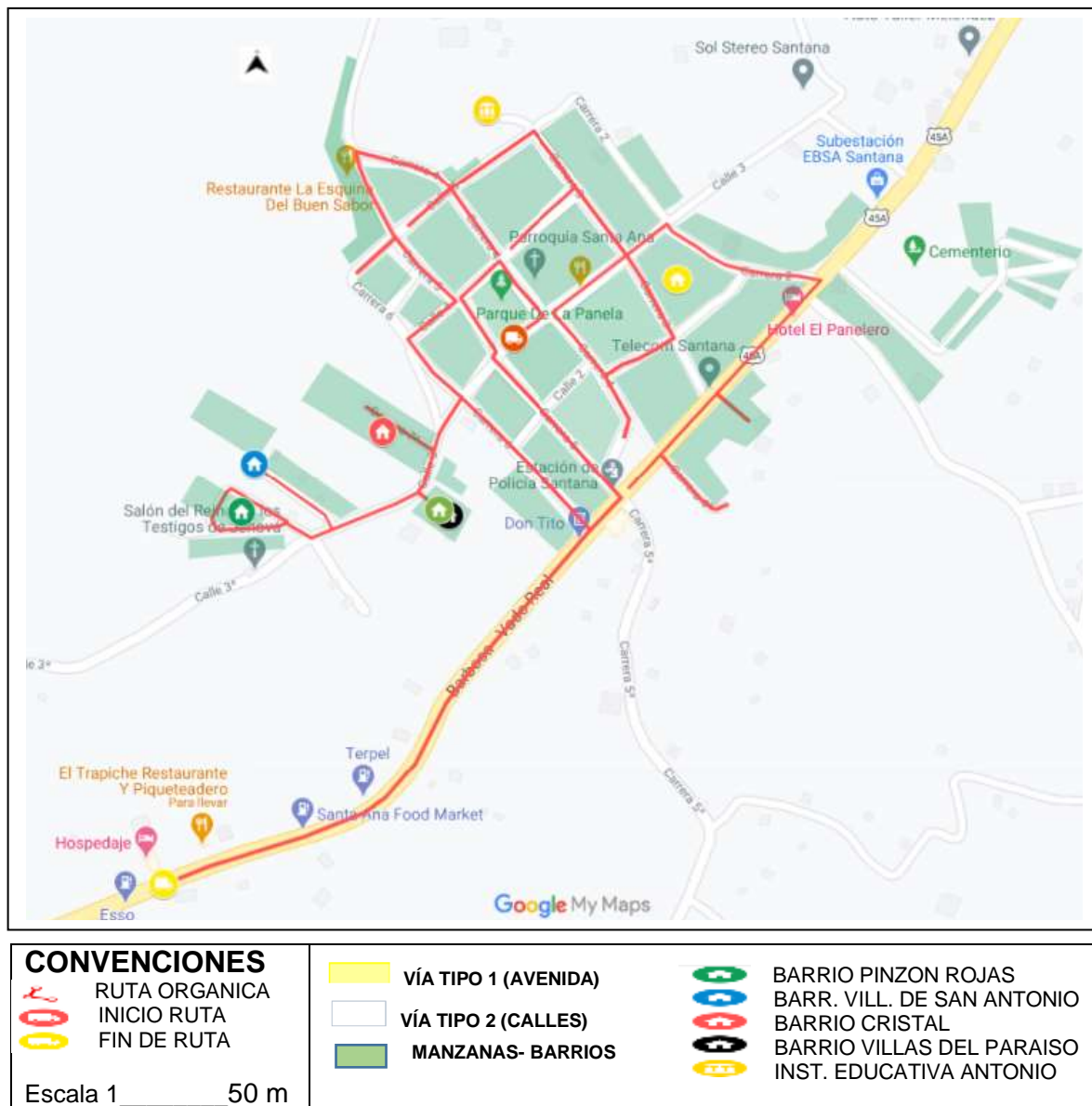
7.2.1 Georreferenciación y digitalización de las rutas de recolección.

Para realizar la georreferenciación se realizó acompañamiento al recorrido del camión compactador en el horario y días en que este hace la cobertura para recolectar los residuos sólidos, lunes y viernes materia orgánica y para la materia inorgánica lunes, martes y miércoles correspondientemente. Para lograr esta actividad se hizo uso del mapa en físico del municipio, un Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Con el GPS se iban tomando las coordenadas de los límites o terminación de la ruta, en el mapa en físico se iba trazando la ruta como borrador para después plasmar la información en la aplicación de Google Maps.

Una vez finalizado el trabajo de campo se procedió a la digitalización de la información recolectada, mediante el uso de la aplicación My Tracks herramienta de Google maps, la cual permitió trazar las rutas de cada frecuencia, medir la distancia del recorrido, incluso se trazaron los polígonos de las manzanas y barrios del municipio de Santana a los que se le hace cobertura de recolección.

7.2.2 Ruta de recolección de residuos orgánicos lunes y viernes

Figura 12 Ruta de recolección de residuos orgánicos



Fuente Google maps y adaptado por el autor.

Los días lunes y viernes se lleva a cabo la recolección de los residuos orgánicos, el camión compactador sale a las 6 am de la Estación de Servicio TERPEL, lugar donde se guarda el camión todas las noches, de ahí se dirige al parque principal a iniciar la ruta, la ruta de recolección plasmada en el mapa indica la cobertura que solo se hace en el casco urbano, la cual excluye a unos barrios y zonas que en el catastro tienen descripción de rural, pero que son zonas cercanas al casco urbano

pero por temas de vías, y de que tienen la posibilidad de aprovechar los residuos orgánicos como abono no se les presta el servicio de recolección, y el recorrido lo termina igual en la estación de servicio TERPEL en eso de las 10 a 11 de la mañana, de ahí ya parte hacia la planta de compostaje a depositar la materia orgánica.

Tabla 12 Distancia recorrida en la ruta orgánica lunes y viernes

DISTANCIA RECORRIDA	
Salida: estación de servicio TERPEL hasta inicio de ruta	920 metros
Distancia de ruta de recolección:	4465 metros
Distancia desde fin de la ruta hasta planta de tratamiento orgánica	6220 metros
Total, de distancia de distancia de recorrido	11605 metros
Total, de distancia de recorrido km	11,605 km

Fuente el autor.

7.2.2.1 Cobertura de recolección

La Empresa de Servicios Públicos EMSANTANA S.A E.S. P actualmente le presta el servicio de aseo a las siguientes zonas:






- Parque principal- alcaldía municipal
- Centro
- Barrio Esperanza
- Urbanización Hermanos Rodríguez
- Barrio Pinzón Rojas
- Barrio Villas de San Antonio
- Barrio Villas del Paraíso
- Barrio Cristal
- Barrio Villas de Santana
- Barrio Obrero
- Barrio Ricaurte
- Barrio Pozo Llano
- Calle del Comercio
- Barrio Panamá
- Estación de Servicios Terpel y Esso
- Restaurantes y Piqueteaderos




7.2.3 Ruta de recolección de residuos inorgánicos lunes

Figura 13 Ruta de recolección residuos sólidos inorgánicos











CONVENCIONES

-  RUTA INORGANICA
-  INICIO DE RUTA
-  FIN DE RUTA
-  RUTA SIN RECOLECCION
-  ANCIANATO

-  VÍA PRINCIPAL
-  VIA TIPO 2
-  MANZANAS- BARRIOS

ESCALA 1 _____ 50 m

-  BARRIO SANTA CATALINA
-  BARRIO LAS PALMAS
-  BARRIO PORVENIR
-  BARRIO BUCARAMANGA
-  BARRIO CRISTAL
-  BARRIO PINZON ROJAS
-  BARRIO VILL DE SAN ANTONIO
-  BARRIO VILLAS DEL PARAISO

Fuente Google maps adaptado por el autor.

El camión compactador sale a las 12 pm de la planta de compostaje para dirigirse a los barrios Santa Catalina, el Porvenir, las Palmas ubicados en la parte del

cementerio municipal y de ahí a continuar la ruta en el barrio Bucaramanga, posteriormente como lo indica el mapa se dirige al ancianato, y el recorrido lo termina en el Barrio Cristal, de ahí ya parte hacia la Estación de Servicios Terpel donde se guarda el camión compactador para iniciar al día siguiente con la recolección.

Tabla 13 Distancia recorrida en la ruta inorgánica del lunes

DISTANCIA RECORRIDA	
Salida: Planta orgánica hasta inicio de ruta	5080 metros
Distancia de ruta de recolección:	3449 metros
Distancia de ruta sin recolección	561 metros
Distancia desde fin de la ruta hasta estación de servicio TERPEL donde se guarda camión	628 metros
Total, de distancia de recorrido	9718 metros
Total, de distancia de recorrido km	9,718 km

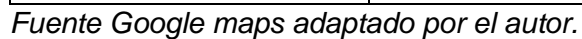
Fuente el autor

7.2.3 .1 Cobertura de recolección

La Empresa de Servicios Públicos EMSANTANA S.A E.S. P. actualmente se le presta el servicio de recolección de residuos inorgánicos el lunes a las siguientes zonas del municipio:

- Ancianato
- Barrio Santa Catalina
- Barrio limoncito
- Barrio Las Palmas
- Barrio Porvenir
- Barrio Bucaramanga
- Barrio Cristal
- Barrio Pinzón Rojas
- Barrio Villas De San Antonio
- Barrio Villas Del Paraíso

Figura 14 Ruta de recolección inorgánica martes



El camión compactador se deja guardado en la Estación de Servicio Terpel el día lunes en la tarde, el día martes sale a las 6 am para dirigirse al parque principal a iniciar la ruta de recolección, como lo indica el mapa, y el recorrido lo termina en la central(avenida principal) en el sector de los talleres de mecánica de los Tamayo,

esta recolección se realiza en dos jornadas, en la mañana se llena el camión compactador y este parte a la ciudad de Tunja al Relleno Sanitario el Pírgua el cual se encuentra a una distancia de 100 km del municipio de Santana, Boyacá, después se devuelve y en la jornada de la tarde termina la recolección que se indica en la ruta plasmada en el mapa.

Tabla 14 Distancia recolectada en la ruta de residuos inorgánicos del martes

DISTANCIA RECORRIDA	
Salida: estación de servicio TERPEL hasta inicio de ruta	920 metros
Distancia de ruta de recolección:	4864 metros
Distancia desde fin de la ruta hasta planta de tratamiento orgánica	1140 metros
Total, de distancia de recorrido	6924 metros
Total, de distancia de recorrido km	6,924 km

Fuente el autor

7.2.4 .1 Cobertura de recolección

La Empresa de Servicios Públicos EMSANTANA S.A E.S. P actualmente le presta el servicio de recolección de residuos inorgánicos el martes a las siguientes zonas del municipio:

- Parque principal- alcaldía municipal
- Centro
- Institución técnica Antonio Ricaurte secc. primaria
- Barrio esperanza
- Urbanización hermanos Rodríguez
- Barrio Obrero
- Barrio Ricaurte
- Institución Educativa Antonio R. secc. Secundaria
- Barrio Pozo Llano
- Biblioteca
- Calle del comercio
- Barrio villa Gabriela
- Urbanización Tamayo
- Barrio Panamá
- Bodegas de Panela
- Avenida principal (vivienda y establecimientos comerciales)

7.2.5 Ruta de recolección de residuos inorgánicos parte rural miércoles

Figura 15 Ruta de recolección inorgánica zona rural miércoles



Fuente Google maps adaptado por el autor.

El día miércoles a las 6 am se lleva a cabo la recolección de los residuos inorgánicos que tiene inicio en el sector conocido como el filo, abarcando las viviendas y barrios que están sobre la vía principal; incluyendo el colegio mundo constructivo, el sector Casablanca y todos las casas, talleres y negocios hasta el sector de la electrificadora, en seguida la recolección retorna desde las estaciones de servicio, restaurantes y cubriendo todas las casas aledañas a la vía principal por el carril derecho llegando hasta las viviendas que limitan con el municipio de San José De Pare, la ruta se devuelve y realiza la recolección de los residuos por el carril que hacía falta, brindado el servicio a los caseríos del Sector ,negocios, la escuela las

quebradas, después de esto ingresa a la vereda de San pedro haciendo recorrido hasta el sector de “Mateguauda “, terminada esta parte de la ruta el vehículo recolector recoge los residuos del hospital y de las dos estaciones de servicio; finalizando a las 10 y media de la mañana.

Tabla 15 Distancia recolectada en la ruta de residuos inorgánicos martes

DISTANCIA RECORRIDA	
Salida: estación de servicio TERPEL hasta inicio de ruta	2410 metros
Distancia de ruta de recolección:	12656 metros
Distancia de ruta sin recolección	588 metros
Distancia desde fin de la ruta hasta estación de servicio donde se guarda camión	2680 metros
Total, distancia de recorrido	20.744 metros
Total, distancia de recorrido km	20,744 km

Fuente el autor

7.2.5.1 Cobertura de recolección

La Empresa de Servicios Públicos EMSANTANA S.A E.S. P actualmente se le presta el servicio de recolección de residuos inorgánicos el miércoles iniciando a las 6 am a las siguientes zonas del municipio:

Viviendas Sector el filo hasta limite San José de Pare

- Piscina el Rancho de Pedro.
- Colegio Liceo Mundo Constructivo.
- Sector Casa Blanca.
- Estaciones de Servicios Terpel
- Centro de Salud Santana.
- Viviendas sector San Emigdio Bajo.
- Alto Viento.
- Viviendas sector San Martin.
- Piscina municipal.
- Escuela Santa Bárbara.
- Sector rural San pedro “Mate Guadua”
- Restaurantes y piqueteaderos

7.3 Determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los residuos generados en el casco urbano del municipio.

Para determinar las características cualitativas y cuantitativas físicas de los residuos generados en los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3, y además de unos establecimientos comerciales; se tomo como guia en el método sencillo del análisis de residuos sólidos de las hojas de divulgación técnica del documento del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente de Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud (CEPIS/OPS, 2000).

La metodología aplicada adaptada consistió en el cumplimiento de los siguientes procedimientos:

- Calcular la proyección de la población hasta el año 2032
- Determinar la producción per cápita a partir de la población proyectada en el 2020 y el valor de cantidad de tonelada mensual registrada en el relleno sanitario
- Calcular el tamaño de las muestras a recolectar
- Recolección de las muestras
- Determinación de la densidad de los residuos sólidos
- Caracterización de los residuos sólidos muestreados
- Procesamiento y análisis de información.

7.3.1 Calculo de proyecciones poblacional.

Para determinar la proyección urbana de la población de Santana se tomaron los datos históricos de los censos de 1973, 1985, 1993, 1999 y 2005, del departamento administración nacional de estadística DANE, que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 16 Usuarios población urbana Santana

CENSO POBLACION	CABECERA
1973	1326
1985	1419
1993	1838
1999	2105
2005	2182

Fuente: (DANE , 2005)

La asignación del nivel de complejidad del sistema se establece de acuerdo con la población proyectada de la siguiente manera:

Tabla 17 Asignación del nivel de complejidad

Nivel de complejidad	Población den la zona urbana (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios
Bajo	<2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio alto	12501 a 60000	Media
alto	> 60000	Alta

Fuente: (Norma RAS 2000- Título A, 2000)

Acorde a la tabla anterior, se puede determinar que el nivel de complejidad del municipio de Santana, Boyacá es medio, puesto que la población del sector urbano para el año 2020 es de 2754 habitantes. Conforme a lo nombrado anteriormente, el (los) método(s) más apto(s) para calcular la proyección de la población para el periodo de estudio a 12 años se debe extraer de la siguiente tabla:

Tabla 18 Métodos del cálculo poblacional según el nivel de complejidad del sistema

METODOS POR EMPLEAR	NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA			
	BAJO	MEDIO	MEDIO ALTO	ALTO
ARITMETICO	x	x		
GEOMETRICO	x	x	X	x
WAPPPAUS	x	x	X	x
GRAFICO	x	x	X	
EXPONENCIAL	x	x	X	
DETALLAR POR ZONAS		x	X	x
DETALLAR POR DENSIDAD		x	X	x

Fuente: (Norma RAS 2000- Título A, 2000)

Según lo mencionado en la tabla anterior, para determinar la proyección poblacional se puede usar cualquiera de los métodos de cálculo sugeridos por el nivel de complejidad MEDIO.

Para calcular la proyección de la población aproximada se utilizaron los métodos ARITMÉTICO, GEOMÉTRICO Y EXPONENCIAL, luego se calculó el promedio de estos tres modelos para el periodo comprendido entre de 2020 y 2032.

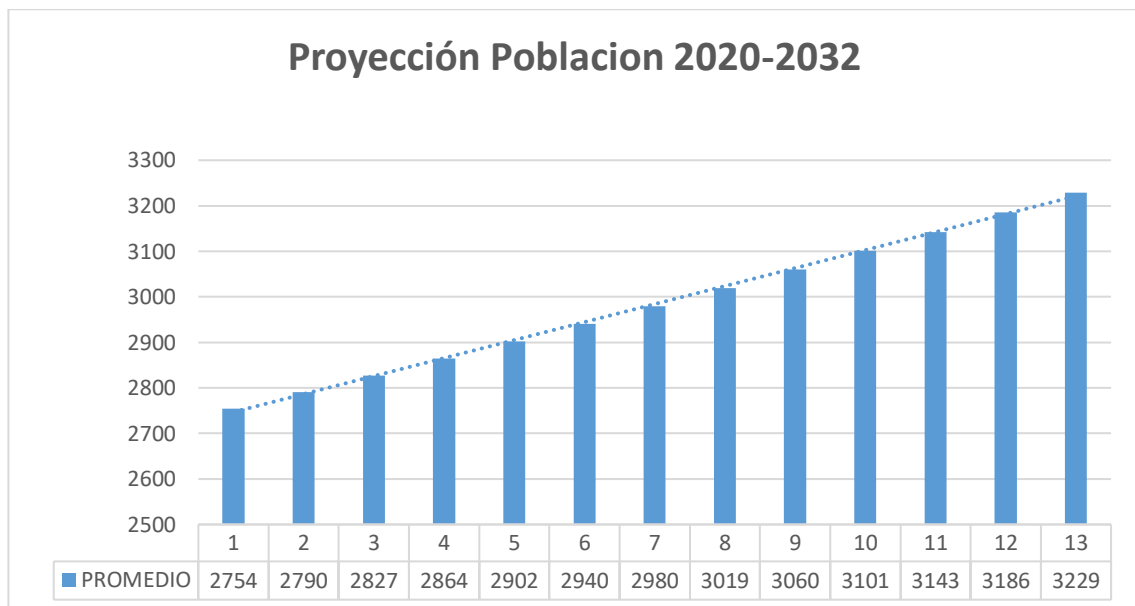
Tabla 19 Proyección poblacional por los métodos escogidos desde el 2020 hasta 2032.

AÑO	URBANO			PROMEDIO
	ARITMETICO	GEOMETRICO	EXPONENCIAL	
2020	2581	2706	2975	2754
2021	2608	2745	3018	2790
2022	2634	2785	3061	2827
2023	2661	2825	3106	2864

2024	2687	2866	3152	2902
2025	2714	2908	3199	2940
2026	2741	2950	3248	2980
2027	2767	2992	3298	3019
2028	2794	3036	3350	3060
2029	2820	3080	3403	3101
2030	2847	3124	3457	3143
2031	2874	3169	3514	3186
2032	2900	3215	3572	3229

Fuente el autor.

Gráfica 2 Proyección de la población del municipio 2020-2032



Fuente el autor

El cálculo de la proyección de la población permite determinar la tasa de crecimiento del municipio de Santana, además que a partir de esta información se puede inferir la ocurrencia de generación de los distintos tipos de residuos clasificados en los porcentajes del resultado de la caracterización teniendo en cuenta la generación per cápita del municipio, con esto se puede hacer proyecciones de la cantidad de residuos que pueden ser aprovechados mediante programas de reciclaje, reutilización o recirculación, además de hacer planes para reducir la generación de los residuos no aprovechables.

7.3.2 Proyecciones de generación de residuos sólidos para el municipio de Santana, Boyacá

La proyección de la generación de residuos sólidos se ha calculado relacionando el número de habitantes proyectados de Santana y la producción per cápita, la cual se calculó de la disposición final tomada del mes de febrero presentado por el Relleno Sanitario el Pírgua de la ciudad de Tunja. El registro suministrado por la entidad es de 35,24 toneladas, al dividirla por 30 días y por el número de habitantes proyectados del 2020 que son 2754 habitantes arroja una PPC de **0,426 kg/hab. día**.

Tabla 20 Producción per cápita 2020

PRODUCCIÓN PER CÁPITA				
Generación de residuos sólidos mensual	Generación de residuos sólidos semanal	Generación de residuos sólidos diarios	Número de habitantes Año 2020	Producción per cápita de residuos
35240 kg	8810 kg	1174.66 kg	2754	0,426 kg/hab. día

Fuente el autor

Tabla 21 Proyección generación residuos sólidos 2020-2032

Año	Población proyectada	Generación de residuos kg/día	Generación de residuos ton/mes	Generación de residuos ton/año
2020	2754	0,426	35,2	422,35
2021	2790	0,432	36,1	433,57
2022	2827	0,437	37,1	444,94
2023	2864	0,443	38,1	456,77
2024	2902	0,449	39,1	468,86
2025	2940	0,455	40,1	481,44
2026	2980	0,461	41,2	494,41
2027	3019	0,467	42,3	507,54
2028	3060	0,473	43,5	521,42
2029	3101	0,480	44,6	535,49
2030	3143	0,486	45,8	549,98
2031	3186	0,493	47,1	565,13
2032	3229	0,499	48,4	580,61

Fuente el autor

7.3.3 Tamaño de muestra

7.3.3.1 Estratificación socioeconómica de los usuarios del servicio de aseo

El municipio de Santana, Boyacá está dividido demográficamente en estratos socioeconómicos 1,2 y 3.

Tabla 22 Estratificación socioeconómica de los usuarios del servicio de aseo

ESTRATOS	USUARIOS %	
ESTRATO 1	277	32,51%
ESTRATO 2	566	66,43%
ESTRATO 3	9	1,05%
TOTAL, USUARIOS	852	100%

Fuente el autor.

7.3.3.2 cálculo del Numero de muestra:

Se utilizó la siguiente formula recomendada para obtener el número de muestras domiciliarias:

Ecuación 1 cálculo del tamaño de la muestra

$$n = \frac{Z^2_{(1-\frac{\alpha}{2})} \cdot N \cdot \sigma^2}{(N-1) \cdot E^2 + Z^2_{(1-\frac{\alpha}{2})} \cdot \sigma^2}$$

Tabla 23 Parámetros para calcular la muestra

Símbolo	Parámetros	Valor
N	Número de establecimientos	852
Z (1- α 2)	Nivel de confianza	1,96
σ	Desviación estándar	0,15
E	Error permisible	0,06
	Se asume un porcentaje de contingencia	15%

Fuente adaptado de (MIA, 2016)

Se sabe que existe un total de 852 viviendas de los estratos 1,2 y 3, no se conoce la desviación estándar de la generación per cápita, y se quiere un nivel de confiabilidad de 95 %, y se asume un error permisible de 06 g/hab./día que por lo general corresponde a un 10 % de la generación per cápita de residuos nacional. En este caso se asume que la desviación estándar es de 150 g/hab./día, y el porcentaje de contingencia es de 10-20 %, y para este caso se asume 15%. La anterior información se asumió adaptado de la Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM). Ministerio del Ambiente, Perú (MIA, 2016)

$$n = \frac{(1.96)^2 \cdot 852 \cdot (0.15)^2}{(852 - 1) \cdot (0.06)^2 + (1.96)^2 \cdot (0.15)^2}$$

$$n = \frac{(3.8416) \cdot (852) \cdot (0.0225)}{(851) \cdot (0.0036) + (3.8416) \cdot (0.0225)}$$

$$n = \frac{73,643}{3,0646 + 0,86436}$$

$$n = \frac{73,643}{3,151}$$

$$n = 23,37$$

El tamaño de la muestra es 23,37 y se aproxima a 24 viviendas, a este valor se le suma el 15 %, $24 + (24 \cdot 0,15) = 27,75$, 28 viviendas, para este caso se decidió dejar **32** viviendas el tamaño de la muestra.

7.3.3.3 Distribución de las muestras.

Para llevar a cabo la caracterización de residuos sólidos en la fuente en el sector urbano de las 32 muestras a analizar por sector geográfico, se distribuyeron las muestras asumiendo a criterio la proporción por estrato social y uso, del total del porcentaje de usuarios registrados en la empresa, lo cual dio el siguiente resultado:

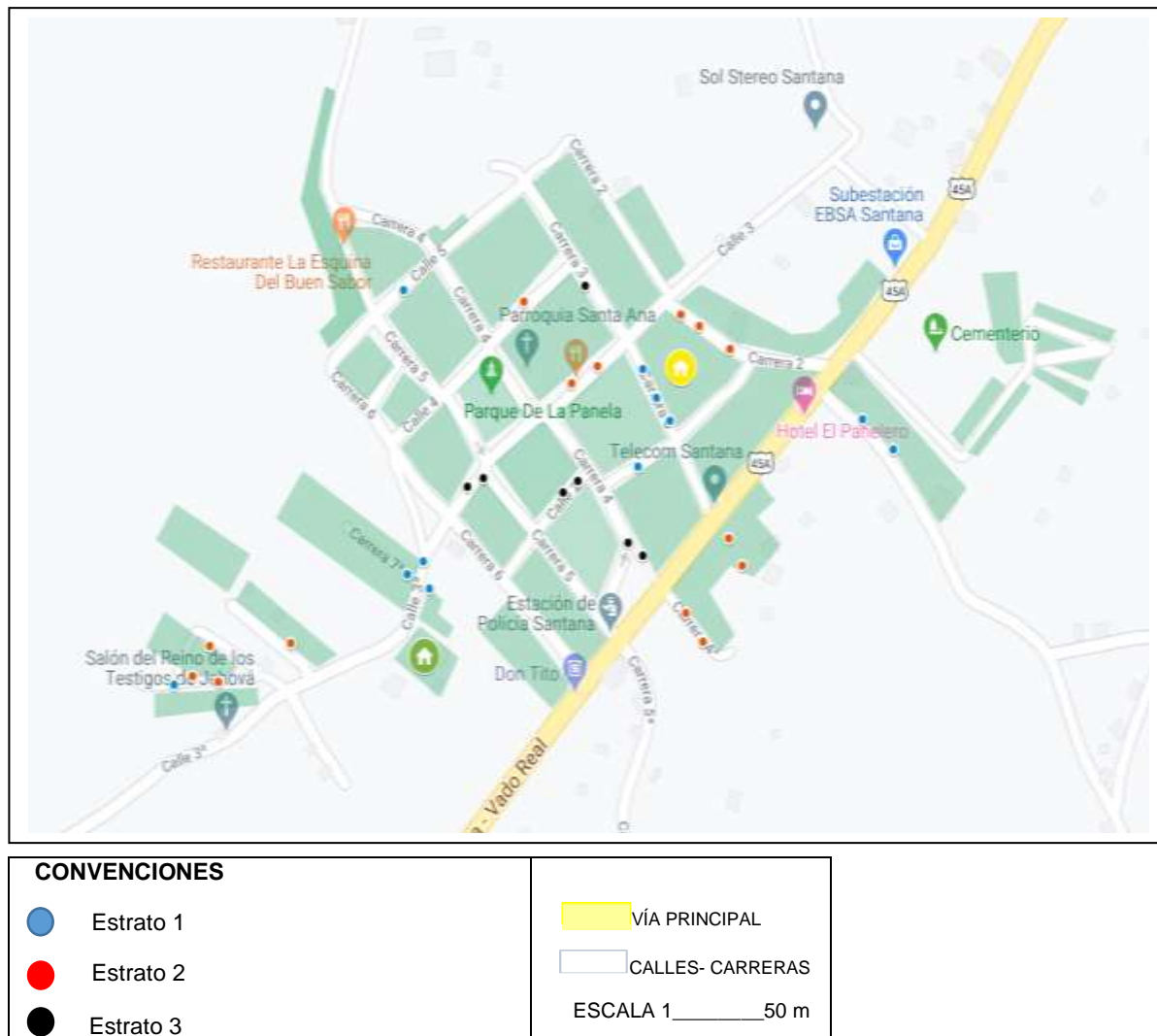
Tabla 24 Número de muestras por estrato.

USUARIOS	NUMERO DE MUESTRAS
Estrato 1	11
Estrato 2	14
Estrato 3	7
total	32

Elaboración el autor.

7.3.3.4 Distribución del muestreo estratificado para la caracterización para los residuos.

Figura 16 Distribución del muestreo estratificado para la caracterización



Fuente Google maps adaptado por el autor

7.3.4 Metodología para la recolección de los residuos en las viviendas.

- Después de tener el tamaño de la muestra, se procedió a escoger las viviendas aleatoriamente por los barrios y distribuirlas de manera que abarcaran proporcionalmente el área del municipio

Para la recolección de las muestras en las viviendas se procedió a acompañar la ruta de recolección del camión compactador los lunes y martes que son los días

dispuestos para la recolección de los residuos inorgánicos, y se apartaron las bolsas de residuos de los inmuebles muestreados, además se iba encuestando a la persona que sacaba los desechos para conocer el número de personas que habitan cada casa.

Figura 17 Toma de muestra de los residuos en las viviendas seleccionadas



- Para diferenciar las bolsas de los residuos de las viviendas de cada estrato se iban marcando con una etiqueta el número del nivel socioeconómico correspondiente.

Figura 18 Etiqueta de bolsas para diferenciar estrato socioeconómico



- En el camión compactador hay un espacio donde se puede almacenar temporalmente las bolsas que se recolectaron para después guardarlas en la bodega de la empresa antes de ser transportadas para la caracterización

Figura 19 Almacenamiento de las muestras en el camión compactador



- Las muestras recolectadas se transportaron a la planta de tratamiento de compostaje, lugar donde se llevó a cabo la caracterización y ahí se realizó el pesaje de todas las bolsas por cada estrato socioeconómico.

Figura 20 Pesaje de las bolsas recolectadas para las muestras de cada estrato socioeconómico.



Tabla 25 Producción per cápita domiciliaria estrato 1,2 y 3

Estrato	Viviendas	Número De Personas	días de muestra	masa kg residuos recolectados	ppc kg/hab-día	PPV por vivienda kg/vivienda-día
1	11	62	7	76,2	0,176	0,990
2	14	52	7	57,6	0,16	0,588
3	7	23	7	33,4	0,21	0,682

Fuente el autor.

En la anterior tabla se refleja que el estrato 3 con un valor de 0,21 kg/ hab. día tiene una mayor producción per cápita habitante- día que los estratos 1 y 2, y que la producción per cápita del estrato socioeconómico 1 y 2 es muy similar, y en relación con la producción per cápita por vivienda el estrato 1 es el que tiene mayor producción de residuos sólidos con un valor de 0,990 kg/vivienda-día

7.3.5 Determinación de la densidad

Para determinar la densidad de los residuos sólidos generados en el municipio se realizaron los siguientes pasos:

- Se utilizó un recipiente (caneca) con en forma cilíndrica.
- Se midió el diámetro y la altura del recipiente
- Medición de la masa de la caneca sin residuos.
- Al azar se eligieron las bolsas de las muestras ya inscritas y pesadas y se continuo a vaciar el contenido dentro del recipiente.
- Una vez se llenó el recipiente, se levantó la caneca 15 a 20 cm de altura encima la superficie o nivel del suelo, y a continuación se dejó caer, este procedimiento se repite por tres veces, con el fin de homogeneizar la muestra llenando los espacios vacíos del cilindro.
- Se midió la masa de la caneca con residuos
- Medición de la altura y registrar el dato.
- El último paso cuando ya el recipiente quedo lleno se continuo a determinar la altura que se deja libre de residuos sólidos dentro de esta misma, para esto se debe medir la altura libre de la caneca, es decir medir la altura sin residuos (m) y se registra el dato. (CEPIS/OPS, 2000)

Para determinar la densidad se utilizó la siguiente ecuación:

Ecuación 2 Cálculo de densidad

$$D = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 * (H)}$$

Donde:

D: Densidad de los residuos sólidos (kg/m³)

W: Peso de los residuos sólidos (kg)

V: Volumen de los residuos sólidos (m³)

D: Diámetro de la caneca (m)

H: Altura total del cilindro (m)

π: pi Constante (3.1416)

Tabla 26 Parámetros para el cálculo de la densidad

Parámetro	valor	unidad
PI	3.1415927	
Diámetro	0,38	m
Radio	0.19	m
Altura de residuos	0,41	m
Altura caneca	0,72	m
Volumen de residuos en caneca	0,0465	m ³
Masa de caneca	3,5	kg
Masa de residuos	5,7	kg
Densidad	122,58	kg/m ³

Fuente el autor

$$D = \frac{3,7kg}{V = \pi \left(\frac{0,38m}{2}\right)^2 * (0,41m)} = \frac{5,7Kg}{0,0465 m^3} = 122,58 Kg/m^3$$

Figura 21 Evidencia de procedimiento de determinación de la densidad

A.



B.



C.



7.3.6 Caracterización de los residuos en la fuente por sector geográfico para ruta inorgánica y establecimiento comerciales en base a la norma técnica GTC 24. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente.

Para realizar la caracterización de la composición física cualitativa y cuantitativa de los residuos sólidos domésticos y comerciales generados en el municipio de Santana, Boyacá, se basó en lo estipulado en la norma GTC 24 para separar los residuos en la fuente en peligrosos y no peligrosos, y los residuos no peligrosos clasificarlos en aprovechables y no aprovechables (NORMA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 24. Gestión ambiental de Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente, 2009). Esto con el fin de determinar la cantidad de materia sólida que puede ser aprovechada por el municipio y por la empresa de servicios públicos para darle un manejo adecuado a corto y largo plazo.

Es importante aclarar que la caracterización residencial en los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3 se realizó tomando las muestras en la ruta de recolección inorgánica que se lleva a cabo una vez por semana en el municipio, ya que la ruta orgánica es efectuada en una frecuencia de dos veces a la semana.

7.3.6.1 Fecha de la recolección de las muestras para estratos 1 y 2

El lunes 9 y el martes 10 de marzo se recolectaron las muestras puerta a puerta de los estratos socioeconómicos 1 y 2, en la ruta inorgánica que se lleva a cabo en estos días de la semana, las bolsas recolectadas fueron guardadas en la bodega de la empresa que está ubicada en la alcaldía municipal, y posteriormente el miércoles 11 de marzo se transportaron a la planta de tratamiento orgánica lugar donde se realizó la caracterización.

7.3.6.2 Caracterización residencial estratos 1 y 2.

El jueves 12 de marzo en la hora de la mañana se efectuó la caracterización para los estratos socioeconómicos 1 y 2 en la planta de tratamiento y aprovechamiento de residuos orgánicos, esta se desarrolló con la ayuda de los operarios de la cuadrilla de recolección y el operario de la planta, terminada la caracterización se hizo el pesaje de los residuos clasificados y se tomó el registro.

7.3.6.3 Fecha de la recolección de las muestras para estrato 3 y establecimientos comerciales

El martes 2 de junio se realizó la recolección de las muestras para el estrato 3 y los establecimientos comerciales, las cuales fueron guardadas en la bodega de la alcaldía, mismo lugar donde se realizó la caracterización el jueves 4 de junio con la participación de los operarios de la cuadrilla de recolección, finalizado se pesó los residuos clasificados y se tomó el registro de los resultados.

Tabla 27 Tipo de separación en la fuente GTC 24

Tipo de residuo	Clasificación	Ejemplos
Residuos no peligrosos	Aprovechable	Cartón y papel
		Vidrio
		Plástico
		Residuos metálicos
		Textiles
		Madera
		Cuero
		Empaques compuestos
	No aprovechables	Papel tisú
		Toallas sanitaria y protectores
		Papeles encerados, planificados
		Ceramicas
		Vidrio plano
		Hueso
Residuos peligroso	Orgánicos biodegradables	Material de barrido
		Residuo de comida
Residuos especiales		Corte y podas de material vegetal Hojarascas
		Pilas, lámparas fluorescentes ,aparatos electrónicos y eléctricos
		Productos químicos como aerosoles, inflamables, solventes, pinturas, pesticidas, fertilizantes
		Escombros
		Llantas usadas
Residuos especiales		Colchones
		Residuos de gran volumen como los son: electrodomésticos, muebles, estantes. Para su manejo se recomienda informarse sobre servicios especiales de recolección.

Fuente (NORMA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 24. Gestión ambiental de Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente, 2009)

A partir de la tabla de la Norma Técnica Colombiana GTC 24 de la separación de los residuos en la fuente se adaptó la clasificación de los residuos sólidos que pueden ser agrupados en aprovechables y no aprovechables para la caracterización realizada en los estratos 1,2 y 3 y los establecimientos comerciales.

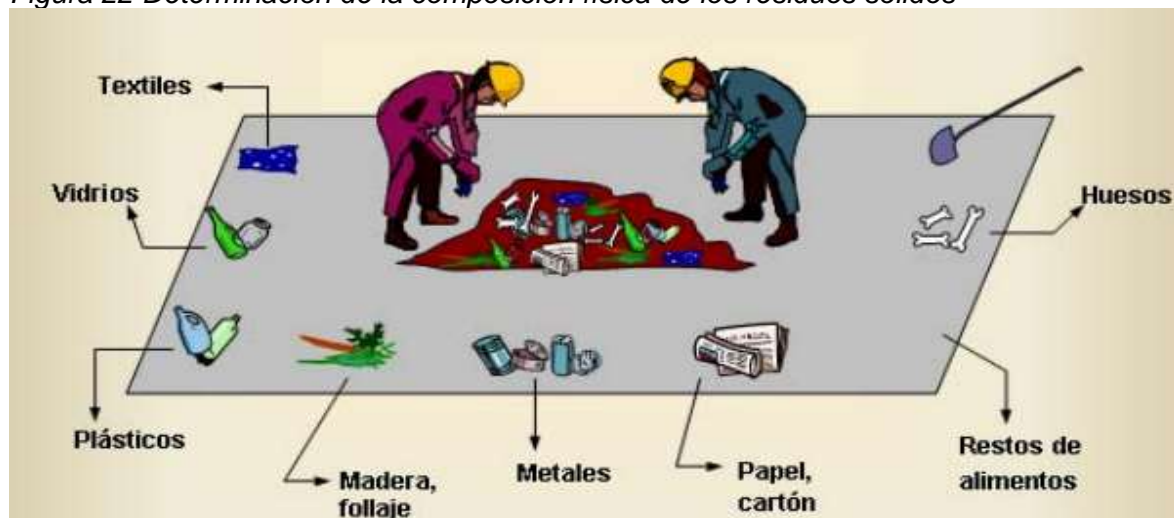
Tabla 28 Clasificación de los residuos solidos

Clasificación	Tipo De Residuo	Ejemplos
residuos aprovechables	orgánico	residuos de alimentos y residuos de maleza y poda
	papel	papel blanco, periódico y mixto (páginas de cuaderno, revistas, otros similares)
	cartón	Cartón blanco, cartón marrón corrugado y mixto
	plástico	1 PET- tereftalato de polietileno, 2 PEAD- polietileno de alta densidad, 3 PVC - policloruro de vinilo, 4 PEBD- polietileno de baja densidad, 5 PP- Polipropileno, 6 PS- poliestireno y 7 otras resinas
	Tetra brik-pack	Envases de tetra brik y pack
	vidrio	botellas de vidrio de color y transparente
	metales	aluminio, cobre y material ferroso
	textiles	zapatos, ropa, telas etc.
residuos no aprovechables	icopor	envases o recipientes de icopor
	sanitarios	papel higiénico, pañales, toallas, sanitarias
	inertes	Tierra, piedras, cerámicos, ladrillos entre otros no separables (huesos, tierra de barrido, colillas de cigarrillo etc.) pilas, aparatos electrónicos, llantas, productos químicos como aerosoles, pinturas etc.

Fuente el autor adaptada de la GTC 24 para la clasificación de los residuos sólidos en la fuente.

7.3.7 Metodología de caracterización.

Figura 22 Determinación de la composición física de los residuos solidos



Fuente (CEPIS- Método Sencillo del Análisis de Residuos Sólidos. Citado por López, 2009).

Las muestras de residuos recolectados fueron transportadas a la planta de tratamiento de compostaje del municipio de Santana, Boyacá, lugar idóneo para realizar la actividad, la cual se ejecutó con 3 operarios de la empresa de servicios públicos, que fueron capacitados para desarrollar eficientemente el proceso de separar los componentes de acuerdo al tipo de residuo para así mismo cuantificar y cualificar los residuos sólidos generados, tanto para la estratificación y los establecimientos comerciales.

7.3.7.1 Equipos y materiales utilizados

Para desarrollar la caracterización de residuos sólidos en el municipio de Santana se utilizaron los siguientes equipos, herramientas, útiles e insumos.

- Balanza
- Cámara fotográfica
- Cinta métrica
- Escoba
- Recogedor
- Manta plástica
- Valdes
- Palas
- Guantes
- Tapabocas
- Gafas
- Botas
- Chaleco
- Bolsas de polietileno
- Formatos para la recolección de datos

La caracterización se realizó en dos fases con el fin de optimizar el proceso y que el resultado de la caracterización fuera más eficiente, en la primera semana se hizo la clasificación para los estratos 1 y 2, misma semana donde se hizo recolección de las muestras, y la siguiente semana se llevó a cabo recolección y transporte de las muestras para estrato 3 y establecimientos comerciales y simultáneamente se procedió a la clasificación. Es necesario mencionar que se iba realizando por separado la caracterización de cada estrato en cuestión, y después se continuaba con el siguiente.

- Lo primero que se realizó fue buscar una zona plana y homogénea, con la finalidad de no mezclar los residuos sólidos con otro tipo de residuos como

por ejemplo tierra, para esto se extendió un plástico lo justamente grande para disponer ahí los residuos recolectados de la muestra.

- Como siguiente paso se realiza la ruptura de las bolsas y se vierten los residuos sólidos en el plástico extendido, ya después se inició con el proceso de clasificar los residuos sólidos inorgánicos.

Figura 23 Ruptura de las bolsas de residuos recolectados en las muestras



Figura 24 Proceso de determinación de la composición física de los residuos sólidos



- Finalizada la caracterización se procedió a pesar las bolsas con cada tipo de residuo clasificado para tomar registro de los resultados.

Figura 25 Pesaje de las bolsas clasificadas



Figura 26 Resultado bolsas clasificadas



7.3.8 Resultados de la caracterización por estrato socioeconómico

Tabla 29 Composición física en porcentaje de peso de los residuos generados

TIPO DE RESIDUOS	ESTRATO 1		ESTRATO 2		ESTRATO 3	
	masa kg	% peso	masa kg	% peso	masa kg	% peso
Residuos de alimentos	16,10	21,13	9,50	16,49	5,25	17,51
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos)	0,40	0,52	0,30	0,52	0,90	2,69
Papel blanco	0,30	0,39	0,40	0,69	1,10	1,50
Periódico	0,20	0,26	0,30	0,52	0,35	1,05
Mixto (páginas de cuaderno, revistas, otros similares)	1,60	2,10	1,40	2,43	0,10	0,30
Cartón blanco (liso y cartulina)	1,30	1,71	1,10	1,91	0,20	0,60
Cartón marrón corrugado	4,70	6,17	2,70	4,69	1,90	5,69
Mixto revistas y tapas de cuaderno	0,30	0,39	0,50	0,87	0,25	0,75
Vidrio transparente	1,30	1,71	1,70	2,95	1,10	3,29
Vidrio otros colores	0,20	0,26	0,40	0,69	0,50	1,50
1 PET- tereftalato de polietileno	2,10	2,76	2,70	4,69	2,25	6,74
2 PEAD- polietileno de alta densidad	2,20	2,89	1,30	2,26	1,25	3,74
3 PVC - policloruro de vinilo (tuberías de agua, desagüe y eléctrica)	0,20	0,26	0,90	1,56	0,30	0,90
4 PEBD-polietileno de baja densidad	7,90	10,37	9,20	15,97	3,85	11,53
5PP- Polipropileno	0,30	0,39	0,70	1,22	0,40	1,20
6 PS- poliestireno	0,50	0,66	0,60	1,04	0,20	0,60
7 otras resinas	0,40	0,52	0,50	0,87	0,45	1,35
Tetra brik (envases multicapa)	0,70	0,92	0,40	0,69	0,30	0,90
Metales	0,80	1,05	1,60	2,78	0,85	2,54
Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, toallas, sanitarias)	22,50	29,53	10,60	18,40	4,30	12,87
Icopor	0,80	1,05	0,60	1,04	1,20	3,59
Textiles	3,20	4,20	3,50	6,08	1,80	5,39
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos entre otros)	8,20	10,76	6,70	11,63	4,60	13,77
Total, de residuos	76,20	100	57,60	100	33,40	100

Fuente el autor

En la anterior tabla se muestra los resultados de la características físicas cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos generados en los estratos socioeconómicos residenciales 1, 2 y 3 del casco urbano del municipio de Santana, Boyacá, mediante esta clasificación se logra comprender el comportamiento en

proporción de generación de cada tipo de residuo que producen los habitantes, y a partir de dicha información se puede evaluar variedad de aspectos, como por ejemplo identificar en qué medida el municipio produce residuos que son altamente contaminantes, como es el caso de la proporción de plástico que se desecha, ya que si se analiza a detalle los resultados de la caracterización la generación de 4 PEBD- polietileno de baja densidad, el 2 PEAD- polietileno de alta densidad y el 1 PET- tereftalato de polietileno para cada estrato socioeconómico su porcentaje de generación es alto, en el caso específico del 4 PEBD- polietileno de baja densidad que es el de mayor generación, para el estrato 1 su valor es de 10%, para el estrato 2 es de 16% y para el estrato 3 es de 11%. Los datos anteriores reflejan una situación bastante alarmante, ya que este tipo de plástico 4 PEBD- polietileno de baja densidad son bolsas plásticas que en su mayoría son de un solo uso, es decir que su distribución es únicamente para usarse y desecharse, lo cual refleja que los habitantes del municipio carecen del hábito de buenas prácticas de consumo que favorezcan y sean amigables al medio ambiente.

Otro aspecto que se puede evaluar a partir de la caracterización se basa en la proporción de material aprovechable y no aprovechable, ya que esta información plasmada en los resultados accede a plantear políticas, alternativas y programas, que puedan dar solución en dos direcciones, una es aplicar medios para reducir la generación de los residuos sólidos que no son aprovechables, esto con el fin de disminuir su producción y evitar la contaminación en los diferentes componentes agua, suelo y aire; el otro medio es dar un manejo adecuado a los residuos sólidos aprovechables para evitar su disposición en el relleno sanitario, y esa gestión se debe enfocar en efectuar medidas que abarquen la reducción de los mismos por parte de la comunidad, la aplicación de campañas educativas para que las personas aprendan a reutilizar dichos residuos y a reciclarlos, además que la empresa de servicios y la alcaldía municipal deben proporcionar programas de reciclaje para darle un aprovechamiento a dichos desechos.

7.3.8.1 Resultados de caracterización generalizada y agrupada de los residuos sólidos.

Tabla 30 Composición física porcentaje de peso estratos 1,2 y 3

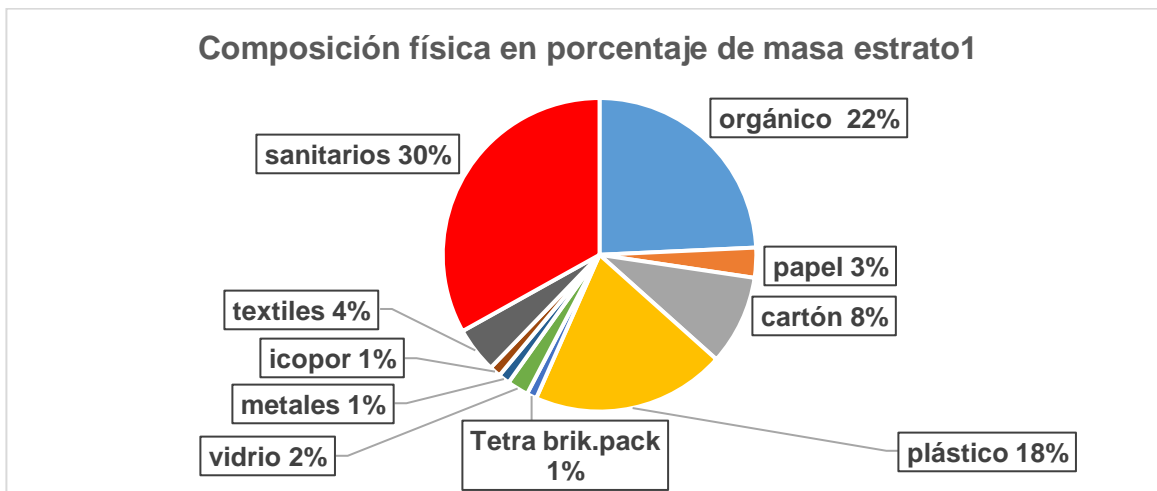
TIPO DE RESIDUOS	ESTRATO 1		ESTRATO 2		ESTRATO 3	
	masa kg	%	masa kg	%	masa kg	%
Orgánico	16,50	22	9,80	17	6,15	18
Papel	2,10	3	2,10	4	1,55	5
Cartón	6,30	8	4,30	7	2,35	7
Plástico	13,60	18	15,90	28	8,70	26
Tetra brik. pack	0,70	1	0,40	1	0,30	1
Vidrio	1,50	2	2,10	4	1,60	5
Metales	0,80	1	1,60	3	0,85	3
Icopor	0,80	1	0,60	1	1,20	4
Textiles	3,20	4	3,50	6	1,80	5
Sanitarios	22,50	30	10,60	18	4,30	13
Inertes	8,20	11	6,70	12	4,60	14
Total	76,20	100,00	57,6	100	33,4	100

Fuente el autor

En la anterior tabla se muestra de manera generalizada el resultado de la caracterización de los residuos sólidos del municipio de Santana, Boyacá, agrupando la clasificación en orgánicos, papel, cartón, plástico, tetra brik, vidrio, metales, icopor, textiles, sanitarios e inertes. La presentación de dicha agrupación se realiza con el fin de poder diseminar la interpretación cualitativa y cuantitativa de los residuos sólidos generados en el casco urbano del municipio para posteriormente relacionarlos en aprovechables y no aprovechables.

7.3.8.2. Gráfico de resultados de composición física porcentaje de peso de la caracterización residencial del estrato 1

Gráfica 3 Composición física porcentaje de masa caracterización estrato 1



Fuente el autor

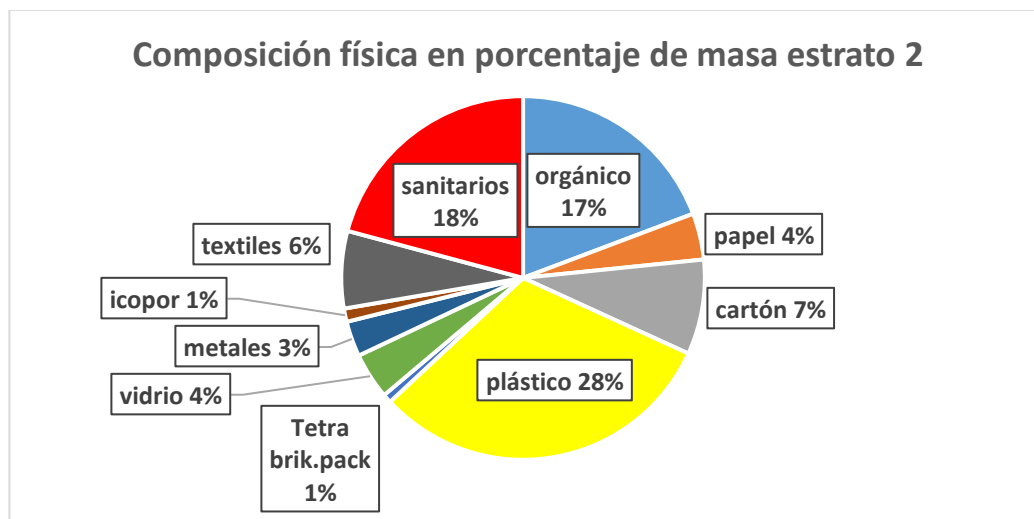
En los resultados de la clasificación se evidencia que los residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias) ocupan el mayor porcentaje de generación con un 30%, el segundo lugar lo ocupa los desechos de alimentos (restos de comida, cascara, restos de frutas, verduras y hortalizas) con un 22 %, el plástico con un 18, residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos entre otros no separables) con un 11 %, cartón con un 8%, textiles con 4% y el papel con un 3%, y en menor proporción están los residuos de metales, icopor y envases tetra brik-pack todos estos con 1 % de valor de generación.

De los resultados anteriores se evidencia que el estrato 1 en comparación con los demás estratos socioeconómicos del casco urbano del municipio de Santana, Boyacá, es el que menor educación y menor concientización presenta ante la forma de disponer de los residuos sólidos en las rutas de recolección, ya que disponen de dos rutas orgánicas a la semana, una el día lunes y la otra el día viernes, por lo tanto un porcentaje de generación de 22% de los desechos orgánicos como restos de comida dispuestos en la ruta inorgánica son el evidente reflejo de que esta comunidad de estrato 1 no usa correctamente de las rutas dispuestas por parte de la empresa de servicios públicos y la alcaldía municipal, y estas malas prácticas generan pérdidas económicas para la empresa debido a que la materia orgánica genera más costos en el pago al relleno sanitario, además de que mayor cantidad de residuos que se disponen en el relleno son causantes de impactos negativos en el medio ambiente, como lo es los vertimientos de lixiviados al suelo, la proliferación de vectores, la emisión de gases de efecto invernadero, y la disminución de la capacidad del vertedero al que se transportan los residuos del municipio.

Por último, es notorio el uso excesivo de materiales y elementos plásticos que son generadores de impactos negativos en la naturaleza, y esto da certeza de la falta de intervención educativa en la comunidad para lograr que se redujera en lo posible el uso de dicha materia prima para evitar el daño ambiental.

7.3.8.3 Gráfico de resultados de composición física porcentaje de peso de la caracterización residencial del estrato 2

Gráfica 4 Composición física porcentaje de peso caracterización estrato 2



Fuente el autor

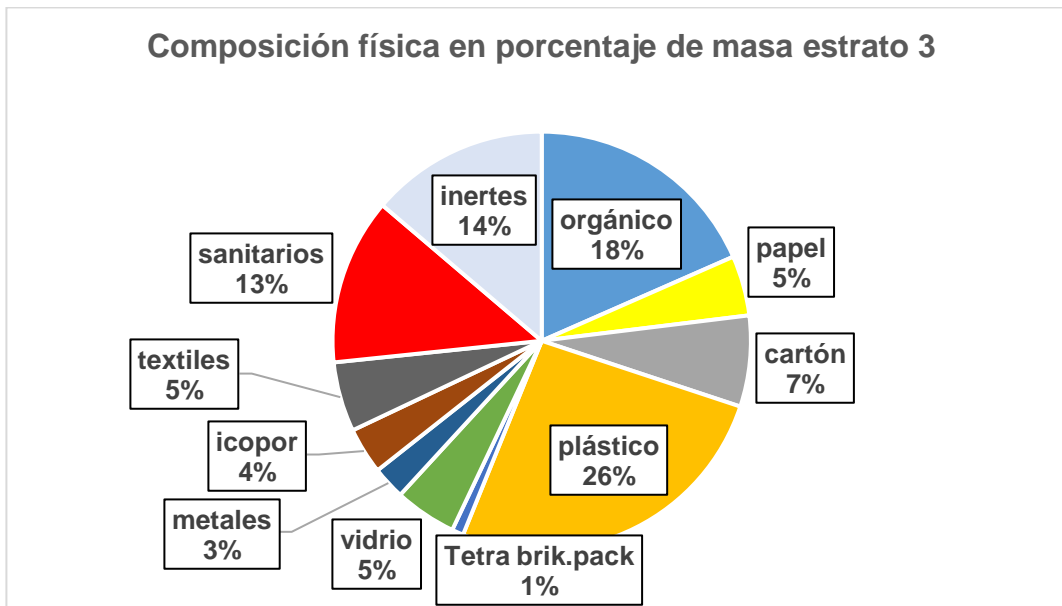
En los resultados de la clasificación residencial del estrato 2, se evidencia que los residuos plásticos ocupan el mayor porcentaje de generación con un 28%, el segundo lugar lo ocupa los residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, toallas, sanitarias) con un valor de 18%, el tercer lugar lo ocupa los desechos orgánicos con un 17 %, siguen los residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos entre otros no separables) con un 12% , cartón con un 7%, textiles con un valor de 6 % y papel con 4% igualado con la producción de vidrio, en menor proporción están los residuos de metales 3%, icopor y envases tetra brik-pack con 1 %.

Según lo anterior el estrato socioeconómico 2, se evidencia que es el que mayor generador de residuos plásticos en comparación con los demás estratos, con un valor de 28%, el otro problema es el valor elevado de generación de los residuos orgánicos con una composición física de proporción de 17%, y este porcentaje no es menor ya que el estrato 2 tiene la misma falencia que el estrato 1, y es que no hacen el uso eficiente de las rutas de recolección y en lugar de disponer estos residuos para ser aprovechados en la planta de compostaje y finalmente son

transportados al relleno sanitario debido a su incapacidad de hacer una separación adecuada en la fuente.

7.3.8.4 Gráfico de resultados de composición física porcentaje de peso de la caracterización residencial del estrato 3

Gráfica 5 Composición física porcentaje de peso caracterización estrato 3



Fuente el autor

En los resultados de la clasificación residencial de estrato 3 se evidencia que los residuos plásticos ocupan el mayor porcentaje de generación con un 26%, el segundo lugar lo ocupa los residuos orgánicos con un 18 %, el tercer lugar lo ocupa los residuos inertes con un 14%, siguen los residuos sanitarios con un valor de 13%, el siguiente residuo en generación es el cartón con un 7 %, en este orden continua los desechos de textiles, el vidrio y el papel con un valor de 5%, ,en menor proporción están los residuos de metales 3%, icopor 4% y envases tetra brik-pack 1% respectivamente.

El estrato socioeconómico 3 presenta la misma problemática que los otros dos niveles residenciales, y es la gran cantidad de desechos orgánicos que no separan en la fuente y disponen en la ruta inorgánica, bueno el número de viviendas de este estrato es mínimo en comparación con la cantidad de inmuebles de los niveles 1 y 2, pero igual necesitan de un aprendizaje próximo en la adecuada separación y disposición de los residuos orgánicos y asimismo en lograr que aprendan a usar en lo mayor posible elementos y materiales plásticos

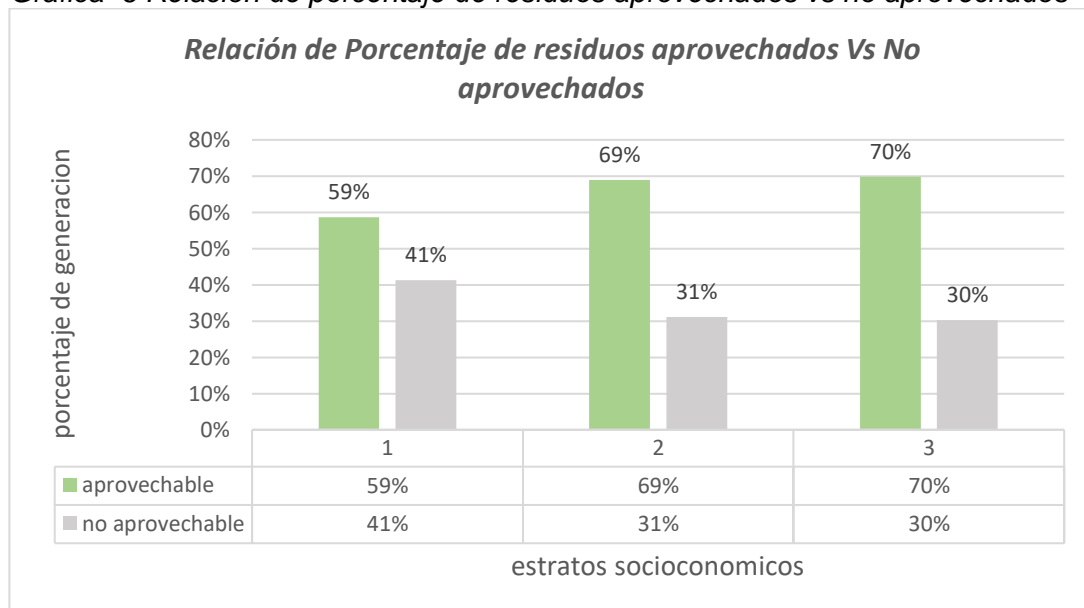
7.3.8.5 Relación de residuos sólidos aprovechables y no aprovechables por estrato socioeconómico.

Tabla 31 Relación de residuos sólidos aprovechables y no aprovechables por estrato

Clasificación de residuos	Estrato 1		Estrato 2		Estrato 3	
	kg	%	kg	%	kg	%
Aprovechable	44,70	59	39,70	69	23,30	70
No aprovechable	31,50	41	17,90	31	10,10	30
Total	76,20	100,00	57,60	100	33,40	100

Fuente el autor

Gráfica 6 Relación de porcentaje de residuos aprovechados vs no aprovechados



Fuente el autor

En la gráfica anterior se refleja la relación de residuos sólidos que potencialmente pueden ser aprovechados en relación a los que no, para cada nivel socioeconómico del municipio de Santana, Boyacá, en los estratos 2 y 3 se evidencia mayor porcentaje de generación de residuos aprovechables con un 69% y un 70% respectivamente en comparación al estrato 1 que tiene un porcentaje de generación de residuos sólidos aprovechables de 59%, de esto se puede inferir que los habitantes del estrato 1 tienen una menor cultura de separación en la fuente a la hora de disponer de los residuos en las ruta de recolección.

7.3.9 Resultado de la caracterización establecimientos comerciales

Para la elección de las muestras de los establecimientos comerciales se hizo bajo criterio propio, de las 40 instalaciones se seleccionó el 12,5 % para un total de 5

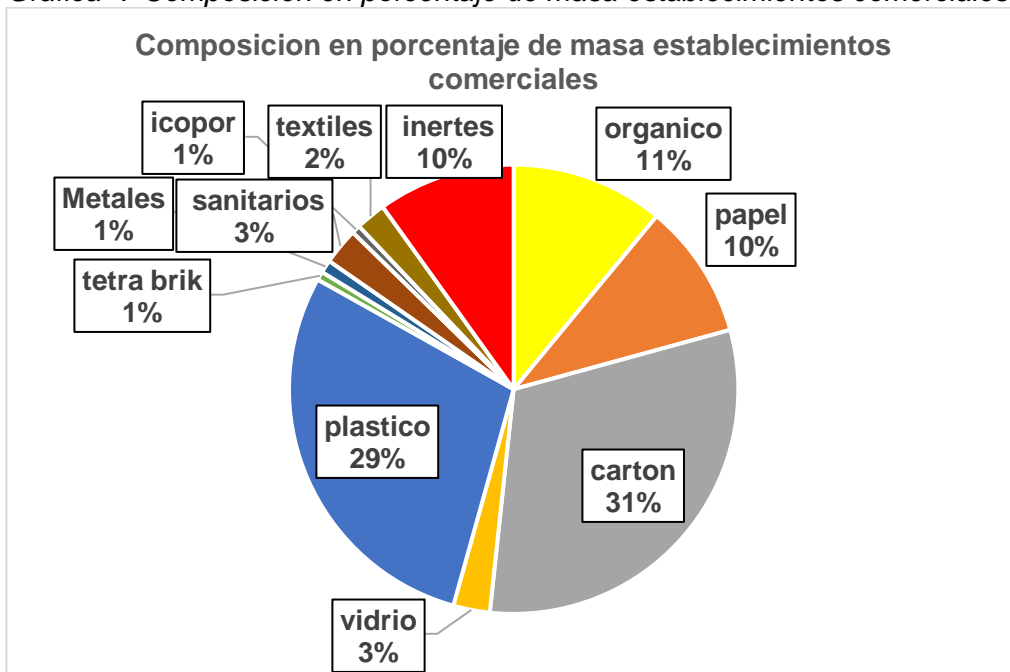
establecimientos comerciales. De los cuales 3 supermercados, 1 panadería y 1 salón de belleza.

Tabla 32 Resultados de la composición física de los residuos para establecimientos comerciales

TIPO DE RESIDUOS	COMERCIAL			
	MASA kg	% PESO	CLASIFICACIÓN RESIDUO	% EN MASA
Residuos de alimentos	3,25	10,06	orgánico	11
Residuos de maleza y poda	0,3	0,93		
Papel blanco	1,9	5,88	papel	10
Periódico	0,5	1,55		
Mixto (páginas de cuaderno, revistas, otros similares)	0,75	2,32		
Cartón blanco (liso y cartulina)	2,6	8,05	cartón	31
Cartón corrugado	6,9	21,36		
Mixto (tapas de cuaderno y revistas)	0,5	1,55		
Vidrio transparente	0,5	1,55	vidrio	3
Vidrio otros colores	0,35	1,08		
1 PET- tereftalato de polietileno	1,1	3,41	plástico	29
2 PEAD- polietileno de alta densidad	1,65	5,11		
3 PVC - policloruro de vinilo	0,1	0,31		
4 PEBD-polietileno de baja densidad	5,35	16,56		
5PP- Polipropileno	0,45	1,39		
6 PS- poliestireno	0,35	1,08		
7 otras resinas	0,3	0,93		
Tetra brik (envases multicapa)	0,2	0,62	tetra brik	1
Metales	0,3	0,93	Metales	1
Residuos sanitarios	0,85	2,63	residuos sanitarios	3
Icopor	0,2	0,62	icopor	1
Textiles	0,7	2,17	textiles	2
Residuos inertes	3,2	9,91	residuos inertes	10
Total, residuos	32,3	100	total, residuos	100

Fuente el autor

Gráfica 7 Composición en porcentaje de masa establecimientos comerciales



Fuente el autor

Según los resultados de la caracterización de los establecimientos comerciales reflejados en la gráfica anterior se evidencio que los residuos de cartón ocupan el mayor porcentaje de la generación con un 31%, en segundo orden los residuos plásticos con valor de producción de 29%, el tercer lugar lo ocupa los residuos orgánicos con un 11% de generación, le sigue con un 10% los residuos de papeles y los residuos inertes, continúan el vidrio y los desechos sanitarios con un valor de generación de 3%, los textiles poseen un 2% y en último lugar están los residuos de metales, icopor y tetra brik con 1 % de composición.

Los establecimientos comerciales también tienen la baja cultura de separación en la fuente y disponen mal los residuos en las rutas situadas por la empresa, ya que los desechos orgánicos los generan en un 11 %, valor que es significativo cuando se tienen dos rutas a la semana de residuos orgánicos.

7.3.10 Promedio de composición porcentual en masa de los tipos de residuos de la caracterización para estrato 1,2 y 3

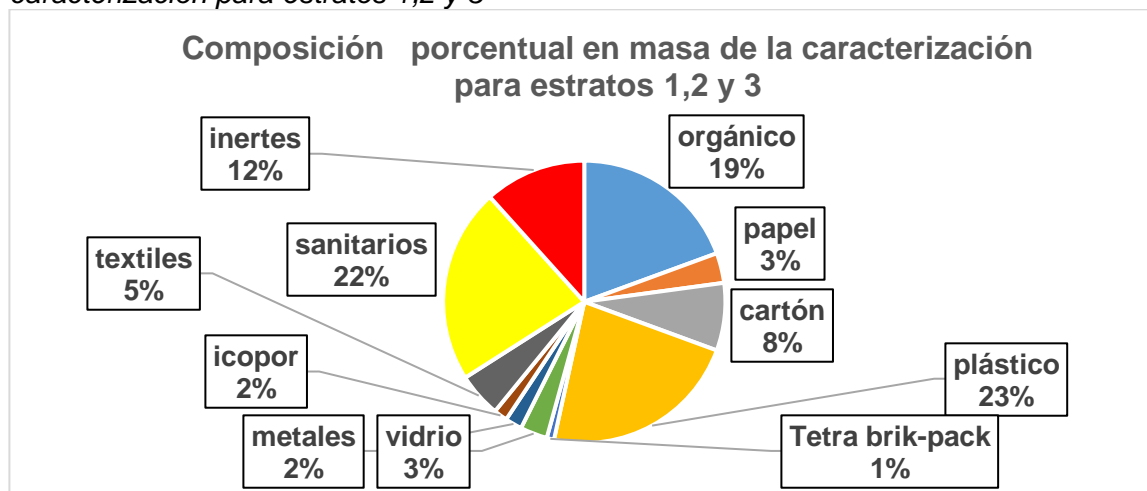
Tabla 33 Resumen composición porcentual en peso de los residuos sólidos de la caracterización estratos 1,2 y 3

TIPO DE RESIDUOS	Estrato 1		Estrato 2		Estrato 3		Masa Total	Porcentaje total
	masa kg	%	masa kg	%	masa kg	%	masa kg	%
orgánico	16,5	22	9,8	17	6,15	18	32,45	19
papel	2,1	3	2,1	4	1,55	5	5,75	3
cartón	6,3	8	4,3	7	2,35	7	12,95	8
plástico	13,6	18	15,9	28	8,7	26	38,2	23
Tetra brik-pack	0,7	1	0,4	1	0,3	1	1,4	1
vidrio	1,5	2	2,1	4	1,6	5	5,2	3
metales	0,8	1	1,6	3	0,85	3	3,25	2
icopor	0,8	1	0,6	1	1,2	4	2,6	2
textiles	3,2	4	3,5	6	1,8	5	8,5	5
sanitarios	22,5	30	10,6	18	4,3	13	37,4	22
inertes	8,2	11	6,7	12	4,6	14	19,5	12
total	76,2	100	57,6	100	33,4	100	167,2	100

Fuente el autor

7.3.10.1 Gráfico Promedio de composición porcentual en masa de los tipos de residuos de la caracterización para estratos 1,2 y 3

Gráfica 8 Promedio de composición porcentual en masa de los tipos de residuos de la caracterización para estratos 1,2 y 3



Fuente el autor

Según los resultados de la composición en masa en promedio de los estratos socioeconómicos 1,2 y 3 plasmados en la gráfica, se evidencio que los residuos plásticos ocupan el mayor porcentaje de la generación con un 23 %, en segundo dictamen los residuos sanitarios con valor de producción de 22%, el tercer lugar lo ocupa los residuos orgánicos con un 19% de generación, le sigue en el cuarto lugar con un 12 % los residuos inertes; continua los productos y materiales de cartón con 8%, los textiles con 5%; los residuos de papel y vidrio con un valor de 3% respectivamente, prosigue con un 2 % metales e icpor, y en último lugar los productos y envases de tetra brik y pack con 1%.

7.3.10.2 Relación residuos sólidos aprovechables y no aprovechables promedio estrato 1,2 y 3

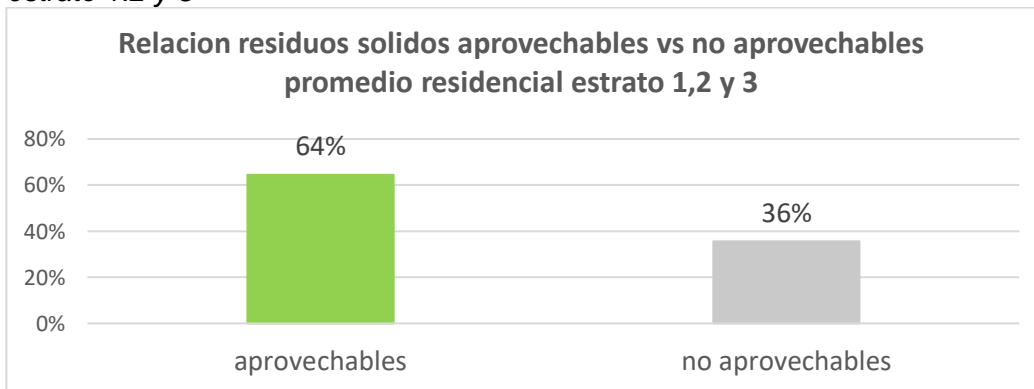
Esta relación permite determinar una estimación del porcentaje y la cantidad de residuos sólidos que pueden ser aprovechados, los cuales no tienen ningún valor para los usuarios que los genera, pero que si pueden ser idóneos para la reincorporación a un proceso productivo, y este aprovechamiento se enfoca más en una separación en la fuente para posteriormente reciclarlos, esto con el fin de conseguir beneficios ambientales y económicos; ya que se puede evitar la contaminación que se produce en la disposición final en los rellenos sanitarios, y así mismo generar empleo con la creación de asociaciones o grupos de reciclaje.

Tabla 34 Relación residuos sólidos aprovechables y no aprovechables.

relación de residuos aprovechables y no aprovechables caracterización promedio estrato 1,2 y 3	
aprovechables	64
no aprovechables	36

Fuente el autor

Gráfica 9 Relación residuos aprovechables vs no aprovechables promedio residencial estrato 1.2 y 3



Fuente el autor

Según los resultados de la caracterización residencial promedio para los estratos socioeconómicos 1,2 y 3 de las muestras tomadas en la ruta inorgánica en el municipio de Santana Boyacá, presenta que los residuos sólidos que son llevados al relleno sanitario y que potencialmente pueden ser aprovechados tienen un valor de generación de un 64% y los que no pueden ser aprovechados con un 34%.

Tabla 35 Cantidad de residuos aprovechables y no aprovechables de disposición final

Residuos sólidos dispuestos en relleno sanitario	Masa kg	Residuos potencialmente aprovechables 64%	Residuos no aprovechables 36%
		kg	kg
Generación de residuos sólidos mensual.	35240	22553,6	12686,4
Generación de residuos sólidos anual.	422880	270643,2	151804,8

Fuente el autor

A partir de los resultados plasmados en la tabla anterior se puede inferir que una gran cantidad de residuos sólidos domiciliarios pueden ser aprovechados si se lograra contar primero con una separación en la fuente por parte de la comunidad y segundo contando con lugar de transferencia y personal idóneo para reciclar y reutilizar los residuos generados en los estratos socioeconómicos 1,2 y 3 e incluso para hacer lo mismo en los establecimientos comerciales.

Tomando la generación del año 2020 en disposición final de los residuos sólidos transportados al relleno sanitario de 35,24 toneladas mensuales, se hace una estimación de la cantidad de residuos que potencialmente pueden ser aprovechados, dando como resultado que mensualmente se puede aprovechar en promedio **22,55** toneladas mensuales y **270,64** toneladas anuales. Si se lograra efectuar mecanismos que permitan aprovechar algo de esta cantidad potencial de residuos sólidos aprovechables en el municipio se lograría grandes beneficios ambientales y económicos.

7.3.11. Proyección de residuos domiciliarios caracterizados

En la siguiente tabla se presentan las proyecciones de generación, separadas por tipo de residuos, según de la caracterización estratificada desarrollada en el presente trabajo.

Tabla 36 Proyección de residuos generados en el municipio 2020 -2032

año	generación de residuos ton/año	orgánico	papel	cartón	plástico	Tetra brik	vidrio	metales	icopor	textil	residuos sanitarios	inertes
		valor porcentual de cada residuo%										
		19	3	8	23	1	3	2	2	5	22	12
2020	422,353	81,98	14,53	32,73	96,51	3,55	13,14	8,19	6,59	21,46	94,48	49,25
2021	433,571	84,16	14,91	33,60	99,07	3,64	13,48	8,41	6,76	22,03	96,99	50,55
2022	444,936	86,36	15,31	34,48	101,67	3,74	13,84	8,63	6,94	22,60	99,53	51,88
2023	456,766	88,66	15,71	35,40	104,37	3,84	14,21	8,86	7,13	23,20	102,18	53,26
2024	468,860	91,01	16,13	36,34	107,13	3,94	14,58	9,10	7,31	23,82	104,88	54,67
2025	481,439	93,45	16,56	37,31	110,01	4,04	14,97	9,34	7,51	24,46	107,70	56,14
2026	494,406	95,96	17,01	38,32	112,97	4,15	15,38	9,59	7,71	25,12	110,60	57,65
2027	507,545	98,51	17,46	39,33	115,97	4,26	15,78	9,85	7,92	25,78	113,54	59,18
2028	521,424	101,21	17,94	40,41	119,15	4,38	16,22	10,12	8,13	26,49	116,64	60,80
2029	535,490	103,94	18,42	41,50	122,36	4,50	16,65	10,39	8,35	27,20	119,79	62,44
2030	549,977	106,75	18,92	42,62	125,67	4,62	17,10	10,67	8,58	27,94	123,03	64,13
2031	565,131	109,69	19,44	43,80	129,13	4,75	17,58	10,96	8,82	28,71	126,42	65,89
2032	580,610	112,70	19,97	45,00	132,67	4,88	18,06	11,26	9,06	29,49	129,88	67,70

Fuente el autor.



La anterior tabla de proyección de residuos domiciliarios caracterizados permite conocer una probabilidad de ocurrencia de la cantidad de residuos sólidos que pueden ser generados en el casco urbano según su clasificación, y a partir de esta estimación es posible planear o diseñar programas para el potencial aprovechamiento de residuos que pueden ser manejados por parte de la administración municipal y la empresa de servicios públicos, además que también se pueden hacer campañas de educación ambiental para fomentar en la comunidad Santanera aspectos como: la separación en la fuente, aprovechamiento de material desechado, hábitos de reciclaje, reutilizar y reducir la cantidad de residuos producidos, ya que la producción de material como plástico, cartón, papel y materia orgánica se genera en grandes cantidades y poder minimizar la generación de estos a partir de inculcar prácticas amigables en la comunidad evitando de gran manera frenar e impedir impactos negativos en el medio ambiente.

7.4 Formular estrategias de apoyo para la gestión adecuada de los residuos sólidos generados en el municipio.

Para el diseño de las estrategias de apoyo para la gestión adecuada de los residuos sólidos generados en el municipio de Santana Boyacá, lo ideal es desarrollar programas que brinden soluciones para la mejora en todo lo que corresponde al manejo, aprovechamiento, uso, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos.

No obstante, los programas plasmados para llevar acabo las estrategias pueden ser tenidos en cuenta para aplicar en la solución de las deficiencias de la gestión de todos los aspectos de los residuos sólidos generados en el municipio encontrados en el diagnóstico inicial y el la caracterización realizada en los estratos socioeconómicos y establecimientos comerciales; donde pueden implementarse de manera independiente y ayudar en complementar las metas de la empresa de servicios públicos enfocadas al mejoramiento en el manejo de los residuos.

7.4.1 Propuesta de un programa de sensibilización, educación ambiental y socialización

Objetivo:

Fomentar en el municipio cambios culturales para la creación de buenas prácticas y la concientización de los habitantes para que logren separar y clasificar adecuadamente los diferentes residuos sólidos generados en la fuente con la finalidad de aprovechar los materiales reciclables y reducir los destinados a disposición final en el relleno sanitario.

Alcance:

Este programa contiene actividades que incluyen sensibilización y concientización encaminadas a la población Santanera, comenzando con niños hasta adultos mayores sin discriminación alguna, en donde se trazan técnicas prácticas y sencillas para la frecuente retroalimentación de los métodos adecuados de manejo de residuos sólidos domiciliarios y los comerciales, y de esta forma causar una cultura ambiental positiva en los habitantes del municipio.

Justificación

Realizar la separación y clasificación de los residuos sólidos en la fuente son las acciones más importantes en el manejo integral de los residuos, ya que cualquier

programa de reciclaje y aprovechamiento tendrá éxito en dependencia de estos. Por lo tanto, debe hacerse un enfoque en la educación de los habitantes del municipio con la finalidad de lograr hábitos en la separación adecuada, la clasificación y el almacenamiento óptimo en la fuente. Efectuar esto contribuiría a disminuir los desechos que son trasladados y dispuestos en el relleno sanitario, además de conservar en condiciones impecables los materiales recuperables para su posterior comercialización.

A partir de la caracterización realizada en los estratos socioeconómicos y los establecimientos comerciales del municipio, se propone la estrategia de sensibilizar y aplicar educación ambiental, cuya finalidad es concientizar los habitantes respecto a la importancia de las adecuadas prácticas en el manejo de los residuos, ya que el resultado más alarmante del estudio de caracterización fue la inadecuada presentación de los desechos en la ruta inorgánica donde el contenido de materia orgánica dispuesto en dicha ruta es elevado, además que es mayor la cantidad de material aprovechable en relación al no aprovechable.

Metodología: Para lograr el cumplimiento de este objetivo se proponen las siguientes actividades

- **Planificación:** La empresa de servicios públicos en asociación con planeación municipal debe crear un grupo de gestores ambientales, o personal capacitado para que desarrollen este programa de sensibilización y educación ambiental, lo ideal es que se realice con recurso humano que pertenezca al municipio para que tenga mayor aceptación en la comunidad, personal que tendría más conocimiento de las necesidades y problemáticas presentes en el pueblo.

El siguiente paso es crear la guía que se va a socializar y compartir para el adecuado manejo de los residuos sólidos por parte de la población, realizar un cronograma de actividades acorde al programa a implementar

- **Divulgación:** Para la divulgación y la propagación del programa de sensibilización se llevarán a cabo campañas, ferias, capacitaciones puerta a puerta y reuniones de alta aglomeración. La intención de este proceso de capacitar y educar es lograr explicar y sensibilizar la gran mayoría de habitantes posibles del municipio, tanto para las personas residenciales, los propietarios de establecimientos comerciales, las oficinas de trabajo, personal administrativo de establecimientos oficiales e institucionales y líderes de juntas de acción comunal de cada uno de los diferentes barrios; la manera adecuada de separar y clasificar correctamente sus residuos

generados desde la fuente, además de inducir proyectos de recuperación, reciclaje y provocar conciencia ambiental.

La propaganda del programa se fortificará por medio de volantes, folletos, stickers, plegables, y el uso de propaganda por redes sociales y la emisora municipal. Además, se debe certificar que la comunidad del municipio de Santana, Boyacá conozca los tiempos y la fecha del cronograma de actividades.

- **Integración o creación del personal:** se debe convocar o contratar el grupo de personas más aptas y capacitarlas de la mejor manera para que se puedan obtener resultados óptimos al finalizar el proceso. Al equipo humano encargado se le brindarán instrucciones concretas para que registren los diferentes datos de manera precisa para diligenciar las variables, los indicadores, los aspectos positivos y negativos, las ventajas y desventajas para desarrollar los informes de gestión y seguimiento de los resultados afines con el manejo adecuado de residuos sólidos implementado en el programa socializado.

Recursos

- ***Humanos:*** La publicidad de estos valores y procedimientos los realizará un gestor ambiental con personal a su disposición.
- ***Físicos:*** computador, video beam, cámara fotográfica, redes sociales, emisora, folletos, volantes, stickers, plegables, afiches, etc.; entre otros.

Se anexan:

- Anexo I. Guía Para La Correcta Separación De Residuos Para Un Reciclaje Efectivo
- Anexo II. Alternativas Para Reducción De Residuos No Aprovechables
- Anexo III. Gestión Integral De Las 3r Para Residuos Aprovechables

7.4.2 Propuesta de alternativa para la creación de una estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos ECA

La empresa de servicios públicos y la alcaldía cuentan con una planta de aprovechamiento de la materia orgánica para la transformación en compostaje, planta que recibe la materia orgánica del municipio con periodicidad de recolección dos veces por semana (lunes y viernes), además de que la planta le presta el servicio de recepción y transformación de este material a los municipios vecinos.

No obstante, sería muy conveniente pensar en la creación por parte de la administración de la alcaldía de una estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos para el reciclaje de plástico, vidrio, metal, papel y cartón, materiales aprovechables y que según los resultados de la caracterización sus valores de generación son considerables a la hora de pensar en una alternativa para darles una mejor gestión y evitar su disposición en el relleno sanitario, así mismo que en los municipios vecinos no cuentan con una estación como estas y se les podría prestar el servicio como ingreso económico. Esta es una alternativa que le dará solución a una gran parte de la problemática de la gestión de los residuos sólidos domiciliarios, y también sería una herramienta para cumplir con objetivos propuestos en el plan de desarrollo del municipio para enfrentar los problemas y aspectos ambientales.

Objetivo

Aumentar el aprovechamiento de los residuos sólidos en la prestación del servicio de aseo por acción de la empresa de servicios públicos

Se tomo de la *Tabla 36 Proyección de residuos generados en el municipio 2020 -2032*, la proyección de los residuos sólidos que son potencialmente aprovechables, usando como ejemplo la proyección de generación de residuos del año 2032, esta estimación permite hacer una idea de la cantidad de materia que puede ser aprovechada mediante el reciclaje.

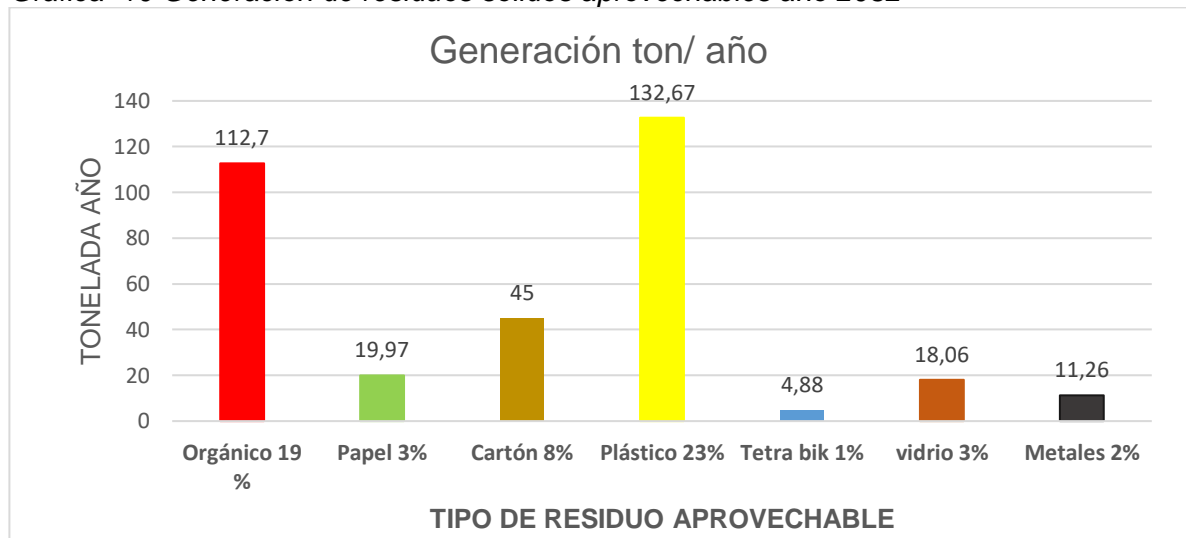
JUSTIFICACIÓN

Tabla 37 Ejemplo de Proyección de residuos domiciliarios caracterizados aprovechables el año 2032.

Año	Generación de residuos ton/año	Orgánico 19 %	Papel 3%	Cartón 8%	Plástico 23%	Tetra brik 1%	vidrio 3%	Metales 2%	Total, toneladas de material aprovechado
2032	580,610	112,7	19,97	45,00	132,67	4,88	18,06	11,26	344,54

Fuente el autor

Gráfica 10 Generación de residuos sólidos aprovechables año 2032



Fuente el autor.

Referenciando los materiales que pueden ser aprovechados anualmente en el año 2032 se encuentra que de **580,610** toneladas de producción per cápita, **344,54** toneladas son de material que puede ser aprovechados ya sea en reciclaje, en reutilización o en reincorporación de materia prima, por tal motivo la alternativa de la estación de clasificación y aprovechamiento sería de gran ayuda para el tratamiento de los desechos; la materia orgánica tiene un alta cantidad de toneladas generadas con 112,7, y esto es elevado ya que la caracterización se realizó en la ruta inorgánica y este material debería ir a la planta orgánica si la comunidad realizara la correcta separación en la fuente, otro aspecto importante es la cantidad de plástico que produce el casco urbano del municipio, ya que al año 2032 se

generarían 132,67 toneladas de este material, papel 19,97 Ton/ año, cartón 45 Ton/ año, vidrio 18,06 Ton/ año y metales 11,26 Ton/ año

Según lo anterior el municipio de Santana, Boyacá para el año 2032 de 344,54 toneladas al año divididas en 365 días daría como resultado estar cerca de poder disponer de una tonelada diaria de residuos sólidos para el reciclaje y el aprovechamiento, eso sí se logrará mejorar las malas prácticas por parte de la comunidad a la hora de separar y disponer de los desechos desde la fuente este valor de una tonelada se podría incrementar aún más.

7.4.2.1 Características técnicas

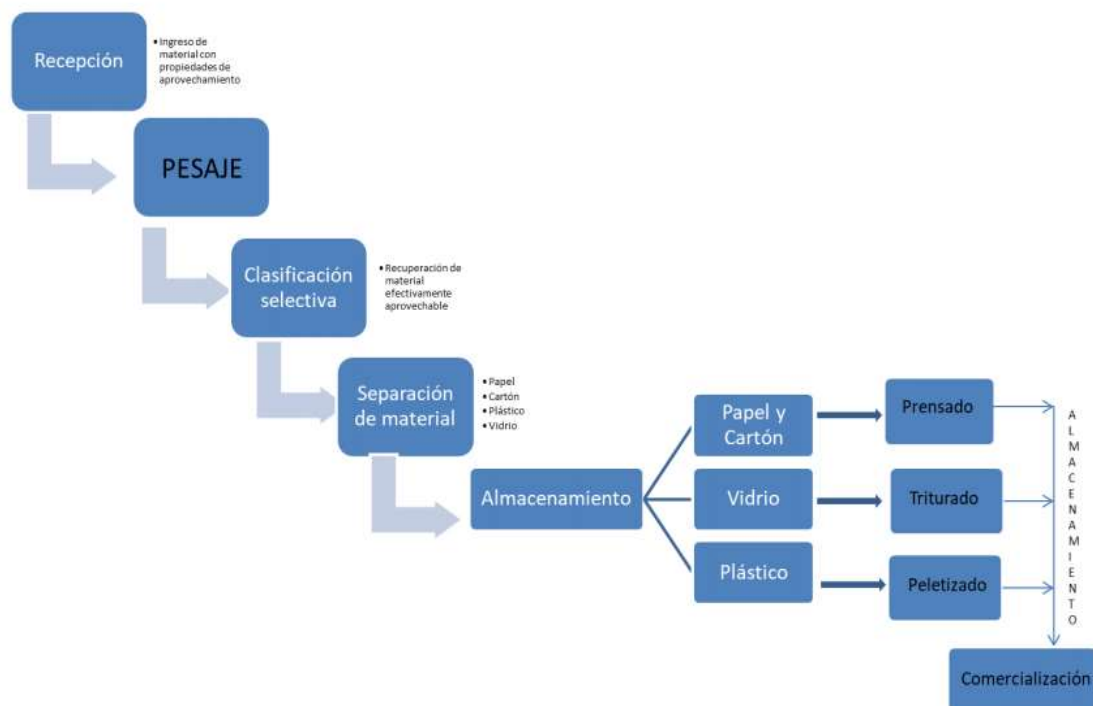
Las características técnicas y los aspectos básicos se tomaron a partir del documento “Lineamientos para la construcción de estación que permite clasificar y aprovechar los residuos sólidos – ECA” del Departamento Nacional de Planeación – DNP (Lineamientos para la construcción de estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos – ECA); cabe aclarar que en este documento se plantea es una sugerencia como alternativa para el manejo de los residuos sólidos aprovechables, por ende se describirán los aspectos y las características de forma generalizada, ya si la alcaldía y la empresa de servicios públicos deciden desarrollar este proyecto se debe hacer un estudio más detallado y más específico.

Elementos de un ECA

- **Área de recepción:** Esta área concierne a la zona que permite el ingreso del material de los residuos que contienen propiedades de aprovechamiento. Esta parte también permite el tránsito de vehículos para el descargue de los materiales.
- **Área de administración:** Esta zona incumbe la parte administrativa del proyecto, sería una oficina pequeña donde se llevaría el registro y control del producto entrante a la estación, así como los datos económicos de la comercialización de estos.
- **Pesaje:** Es el área donde se llevaría a cabo el pesaje de los materiales efectivamente aprovechables.
- **Área de clasificación y selección:** Retribuye a la zona en la cual se puede realizar todo el proceso de la actividad de recuperación de todos los materiales efectivamente aprovechables.
- **Almacenamiento:** Lugar en el cual se almacena el material justamente aprovechable.
- **Área de rechazo:** Lugar para efectuar un almacenamiento temporal del material que no fue efectivamente aprovechado, el cual va a disposición final en el relleno.
- **Área de Cargue:** Zona dispuesta para ejecutar el cargue de material almacenado que será posteriormente comercializado.

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – MVCT)

Gráfica 11 Flujograma estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos



Fuente (Lineamientos para la construcción de estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos – ECA)

Esta propuesta para la estación de clasificación y aprovechamiento de los residuos sólidos es una alternativa que puede ser considerada por la administración municipal para futuro, todo con el fin de reducir la producción per cápita que se destina con normalidad en el relleno sanitario, lo ideal para el municipio sería que en la población se incrementaran las metas de separación y aprovechamiento, ya que esto justificaría una elevación en el porcentaje de generación de residuos sólidos que pueden ser aprovechados para darles una posterior comercialización.

7.4.3 Estrategias para el apoyo en la gestión de los residuos sólidos en la zona rural.

Problemática: contaminación ambiental por baja gestión de residuos sólidos en el área rural

Causas:

- Falta de recursos para realizar la recolección del 100% de los residuos generados en el área rural.
- Bajo nivel de capacitación y educación en la población del sector rural.
- Desconocimiento en cantidad de residuos generados.
- Altos costos para la prestación del servicio y dificultad topográfica.

Efectos

- Bajo aprovechamiento de residuos sólidos reutilizables y reciclables.
- Contaminación de fuentes hídricas y afectación del suelo.
- Contaminación atmosférica por quemas indebidas de residuos
- Riesgos en la salud de la comunidad

Objetivo:

Aumentar la cobertura de recolección en el área rural con el fin de disminuir la contaminación ambiental por baja gestión de residuos sólidos.

Actividades

- La empresa de servicios públicos junto con la alcaldía municipal debe crear un convenio en el cual se pueda mejorar la gestión de los residuos sólidos en el área rural aumentando la cobertura y la recolección del servicio.
- Estudio de posibles suscriptores que quieran el servicio de recolección: se debe realizar un censo de las viviendas y personas que deseen y puedan acceder al pago por la prestación del servicio.
- Realizar estudio para identificar la viabilidad de establecer sitios de acopio temporales para el almacenamiento de residuos sólidos domésticos inorgánicos para realizar la recolección por lo menos una vez al mes para después transportar los residuos al relleno sanitario.
- Elaborar un estudio para la identificación de rutas de recolección de residuos sólidos en la zona rural, teniendo en cuenta los posibles puntos de acopio

temporales para el almacenamiento, topografía, estado de las vías, tiempo de recorrido, posibles suscriptores etc.

- Realizar campañas de socialización y educación ambiental para sensibilizar a la población rural en separación, aprovechamiento y minimización de residuos sólidos
- Realizar caracterización de los residuos sólidos para actualizar la información de la generación cualitativa y cuantitativa de las características físicas de los residuos como base para saber que material se puede aprovechar, cual se debe reducir, y cual se puede reciclar.

7.4.4 Estrategias para el apoyo en la gestión de residuos sólidos de construcción y demolición-RCD

Problemática: Deficiencia en la gestión para la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos de construcción y demolición.

Causas:

- Ausencia de un plan de manejo de residuos sólidos de construcción y demolición.
- Ausencia de predios temporales para disposición final residuos sólidos de construcción y demolición- RCD.
- Falta de presupuesto para la elaboración de instalaciones aptas para almacenar estos residuos.

Efectos:

- Incumplimiento de normatividad para manejo de residuos de construcción
- Aumento de sitios no aptos para disposición inadecuada
- Contaminación atmosférica por la generación de material particulado y emisión de gases de efecto invernadero.

Objetivo:

Diseñar un plan de manejo para prestar adecuadamente la gestión de residuos sólidos de construcción y demolición-RCD en el municipio de Santana, Boyacá

Actividades:

- Buscar un predio que pueda cumplir con las condiciones para disponer de los residuos sólidos de construcción y demolición-RCD

- Realizar el diseño de la escombrera municipal que pueda contar con la autorización ambiental para su desarrollo.
- Realizar un convenio para la disposición final con municipios o entidades privadas que presten el servicio.

7.4.5 Estrategias para el apoyo de otros aspectos en la prestación del servicio.

Tabla 38 Estrategias para el apoyo de otros aspectos en la prestación del servicio

Aspecto en la prestación del servicio	Problemática	Causas	Efectos	Alternativas
Lavado de áreas Públicas	Contaminación ambiental-visual en las áreas públicas por insuficiencia en la prestación del servicio de lavado de áreas públicas	La unidad de servicios públicos no ejecuta la actividad de lavado de áreas públicas con continuidad.	Contaminación ambiental en las áreas y zonas públicas por emisión de material particulado Deterioro de las áreas públicas y pérdida de interés cultural en el municipio por falta del lavado y limpieza de estas.	Crear un convenio entre la empresa de servicios públicos y la alcaldía municipal para crear un protocolo para el lavado de áreas públicas con mayor frecuencia, este protocolo también debe tener en cuenta la disponibilidad del agua para realizar esta acción.
Transporte De Residuos sólidos	Transporte de residuos sólidos inadecuado por el largo trayecto al sitio de disposición final ubicado a casi 100 km de distancia.	Alternativas de relleno sanitario limitadas e implicadas a gran distanciamiento. Camión compactador actual superó ya su vida útil.	Riego de lixiviados por trayecto que recorre el camión compactador. Desequilibrio económico por los altos gastos para el mantenimiento del camión compactador.	La primera alternativa es la campaña educativa para que la comunidad logre presentar y disponer los residuos sólidos adecuadamente en la ruta inorgánica, como se evidencio en la caracterización las personas disponen de una cantidad relevante de residuos orgánicos los cuales generan lixiviados. Lo segundo es tener la posibilidad por parte de la alcaldía es la adquisición de un nuevo camión compactador.
Puntos ecológicos	Inexistencia de separación en la fuente en zonas críticas y vías del municipio	Las cestas públicas están para recibir todo tipo de material sin ninguna separación.	Perdida de material reciclable o aprovechable que termina en el relleno sanitario.	Ejecutar un programa para la instalación de puntos ecológicos ubicados en zonas críticas como parque principal, acopios de panela, plaza de mercado y vías para realizar la correcta separación.

Fuente el autor.

8. CONCLUSIONES

- A partir del diagnóstico inicial realizado para el estado actual en el manejo de los residuos sólidos en el municipio de Santana, Boyacá, presente en todos los aspectos y componentes de la prestación de servicio de aseo por parte de la empresa de servicios públicos EMSANTANA S.A E.S.P como lo son: gestión interinstitucional, gestión en la zona rural, gestión de residuos sólidos de construcción y demolición- RCD, gestión de disposición final de residuos sólidos, generación de residuos sólidos, aprovechamiento de residuos sólidos, recolección de residuos y lavado de áreas públicas. Se logró analizar los aspectos positivos y negativos relacionados en los componentes mencionados anteriormente, lo cual permite obtener información actualizada de estos procesos, además de con esto se puede formular y ejecutar acciones para la mejora constante del servicio y la gestión de los residuos en el municipio.
- Mediante la digitalización de las rutas de recolección se logró realizar los mapas de las rutas que realiza el camión compactador para recolectar los residuos sólidos en el casco urbano del municipio y en las pocas zonas rurales, esto permitió medir las distancias del recorrido, además de evaluar otras acciones como la recolección de los residuos sólidos por parte del personal, y la forma de disponer los residuos por parte de la comunidad
- La ejecución de la caracterización de los residuos sólidos para los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3; y los establecimientos comerciales permitió determinar las características cualitativas y cuantitativas de los residuos generados en el casco urbano del municipio, con lo cual se logró identificar el comportamiento y la cultura de generación por parte de los habitantes del municipio, donde se evaluaron la proporción y la clasificación del material que puede ser aprovechado y el que no lo puede ser de la producción per cápita. También se evidencia que la población Santanera produce gran cantidad de plástico con un 23 % de generación, ya es de conocimiento común el daño que le hace al planeta este material, otro valor relevante es la generación de materia orgánica, con un 19 % y este valor es alto teniendo presente que las muestras para la caracterización se tomaron de la ruta inorgánica, y esto refleja la gran falencia en la separación y la disposición de los residuos sólidos por parte de la comunidad.



- Por medio de la formulación de estrategias de apoyo para la gestión adecuada de los residuos sólidos generados en el municipio se obtiene la enunciación de propuestas y alternativas para darle solución a los aspectos y componentes más relevantes de la prestación del servicio de aseo por parte de la empresa de servicios públicos; donde el mayor problema a enfrentar es la falta de facultades para el aprovechamiento de residuos sólidos tanto para el casco urbano y el sector rural, y esto es resultado de falencias institucionales por no contar con sistemas de aprovechamiento en una estación o acopio para el reciclaje y la transformación de material aprovechable, y asimismo la poca educación por parte de la comunidad respecto al uso de material altamente contaminante, el mal hábito de disposición inadecuada de los residuos en la fuente y las escasas prácticas para reutilizar, reciclar y reducir material que consumen en su día a día.
- Unos aspectos positivos por parte de la empresa de servicios del municipio es la prestación del servicio para elaboración del compostaje en la planta de aprovechamiento, y no obstante la prestación de este servicio para los municipios vecinos de San Jose De Pare, Chitaraque del departamento de Boyacá y el municipio de Güepsa del departamento de Santander. Además, que el camión compactador actualmente presta el servicio de recolección de residuos inorgánicos en el municipio de San Jose De Pare y Togui para transportarlos al relleno sanitario ubicados en la ciudad de Tunja.

9. RECOMENDACIONES

- Definitivamente se deben ejecutar programas que generen las alternativas necesarias para disminuir la producción de residuos de plástico a todo nivel, ya que en promedio para estratos socioeconómicos 1,2 y 3 se genera en un 23%, es decir que en el año se estimaría una generación de 96,28 toneladas, lo que corresponde a 0,26 toneladas diarias o 260 kilos al día, lo cual es un valor elevado, y que básicamente son las bolsas de plástico para empaque o de un solo uso en su mayoría, lo que indica que es necesario sensibilizar a la población para disminuir este tipo de residuos sólidos.
- Para los establecimientos comerciales también se debe ejecutar políticas y programas para reducir el uso de empaques y bolsas plásticas, ya que su porcentaje en la caracterización es de 29%, y por ende es un valor muy alto de generación en comparación con los demás residuos.
- Para el municipio y para la empresa de servicios públicos es necesario también aplicar campañas educativas para sensibilizar a la población Santanera, en lo importante que es separar los residuos sólidos a la hora de entregarlos en las rutas de recolección proporcionadas por parte de la empresa, ya que la caracterización se llevó a cabo a partir de muestras recolectadas en la ruta inorgánica, y el resultado para la proporción orgánica en las viviendas residenciales es de 19% lo que corresponde a una estimación de 83,96 toneladas anuales, para los establecimientos comerciales el porcentaje de generación en masa es de 11 %, y estos valores son de preocupación debido a que la empresa le facilita a la comunidad dos días para recolección de residuos orgánicos, y los habitantes por falta de una buena cultura en la ruta inorgánica disponen de residuos orgánicos que pueden ser dispuestos en la planta de tratamiento de compostaje y no que puedan llegar al relleno sanitario generando gases, lixiviados y otros tipos de contaminación.
- Fomentar una educación mediante campañas sería de gran importancia para provocar en la comunidad cultura ambiental para que aprendan a tomar conciencia en las prácticas y hábitos de reducir el consumo y el uso de residuos que generan impactos negativos en el medio ambiente, además de que si lograran una correcta separación en la fuente permitirían abrirle camino al reciclaje y al aprovechamiento de material que se está desechando en el municipio, y conseguir esto traería consigo beneficios sociales, económicos y ambientales para todos.

- Crear programa de reciclaje de botellas plásticas, cartón y papel, ya que si las campañas de sensibilización resultaran efectivas y los habitantes logran separar correctamente los residuos de manera que puedan convertirse en una nueva materia prima para ser reutilizada o reciclada se podría plantear y evaluar el diseño de un punto estratégico para la recolección de dicho material aprovechable
- Sería recomendable y de gran vitalidad crear un lugar de transferencia que cumpla con las condiciones y requerimientos técnicos y ambientales para almacenar el material reciclado (puede ser de dimensiones pequeñas) que sirva para recibir los residuos sólidos potencialmente aprovechables, lo cual provocaría la creación de empleo para el municipio, además que reduciría la producción de residuos que son llevados generalmente al relleno sanitario, además que permitiría al municipio ser pionero en comparación con los municipios vecinos, y que así mismo conseguiría numerosos beneficios sociales y ambientales por el manejo inadecuado habitual que tiene la población ante dichos desechos.
- En el municipio se deben implementar puntos ecológicos usando el código de colores para la separación de residuos en la fuente, aplicando el código de colores unificado por el ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible establecido en la resolución No. 2184 de 2019, mediante la cual empezará a regir en el 2021. Estos puntos deben ser distribuidos en zonas críticas de generación de residuos sólidos, como lo es el parque principal, la plaza de mercado, el acopio de panela, sobre la calle del comercio que abarca gran cantidad de supermercados, panaderías y otros tipos de establecimientos comerciales. Si bien es cierto que el municipio cuenta con gran cantidad de cestas públicas distribuidas en las calles, estas están dispuestas únicamente para recibir todo tipo de residuo sin ninguna separación, que es de gran importancia para que las personas dispongan de los residuos es cierto, pero sería más apropiado contar con los puntos ecológicos para separar los residuos en la fuente para así poder darles un manejo más adecuado.

Figura 27 Código de colores para la separación de residuos en la fuente



Fuente (Ministerio De Medio Ambiente , 2020)

- La Alcaldía municipal debe ir gestionando para la adquisición de un nuevo camión compactador para la recolección de los residuos sólidos, ya que el camión actual tiene un tiempo de uso de 11 años, y su deterioro lo tiene en un constante mantenimiento de mecánica, y sería conveniente que se pueda tener lo más posible un nuevo vehículo para remplazar este antes que se dañe totalmente.
- Para la planta de tratamiento de residuos orgánicos es necesario contar con la ayuda por parte de la alcaldía para mejorar aspectos relacionados con el mantenimiento de la maquinaria, ya que es frecuente el daño de esta y los arreglos mecánicos, lo cual genera un desequilibrio económico para la empresa, además se necesita de una ayuda en el proceso de venta y comercialización del abono como apoyo para generar ingresos en la empresa.

ANEXOS

Anexo I. Guía para la correcta separación de residuos para un reciclaje efectivo

Tabla 39 Guía para un reciclaje efectivo

Material	Residuo Reciclable	Residuo No Reciclable
PLÁSTICO	<ul style="list-style-type: none"> • Envases de Botellas plásticas • Vasos y pots para comida • Desechos de juguetes • Residuos de Tubería • Bolsas Tetrabrik y tetra pack (caja vino, jugo, leche). • Bolsas plásticas de un solo uso como por ejemplo bolsas del pan, leche y yogurt, grano o todas las provenientes del supermercado (Limpias). • Recipientes plásticos de agua, gaseosas, aceite mineral y de cocina limpias, detergentes, champú, talco, blanqueador, productos de limpieza, jabón, cosméticos suavizantes y otros plásticos. <p>Nota: las personas de las viviendas pueden limpiar y lavar materiales plásticos para que puedan ser aprovechados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Productos usados en el empaque de alimentos, por ejemplo, vasos y bandejas desechables • Material de icopor • Desechos de Espumas de almohadas o colchones • Envases de productos químicos o contaminantes, que en su etiqueta muestren contenido líquidos tóxicos o peligrosos: disolventes, pesticidas, combustibles. Etc. • Envolturas de pastillas • Medicamentos. • Desechos de Bolsas plásticas de carnes frías y carne, quesos, pollo, salsa, etc.
PAPEL Y CARTÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Papel periódico, papel blanco limpio, papel de cuaderno. • Cartón de empaque de los productos para establecimientos comerciales • Empaques de cartón donde vienen elementos como: crema dental, 	<ul style="list-style-type: none"> • Todo material de papeles húmedos, sucios, con restos de comida • Los elementos metálicos, envolturas de golosinas • Fotografías • calcomanías.

	<p>medicamentos, juguetes, zapatos, cereales, harinas, huevos, gelatinas, cigarrillos, electrodomésticos, etc. productos de supermercado, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cartón de revistas, catálogos, libros, anuncios, cuadernos, cartulinas. • Tubo de papel aluminio o higiénico. • Cartón de empaque de los productos para establecimientos comerciales 	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos Papel carbón, de aluminio, encerados o engrasados. • Residuos de Papel higiénico, pañales, toallas higiénicas, servilletas, algodón usados. • Material de escuela de Cartón paja. • Etiqueta adhesiva • Todos los papeles metalizados o plastificados • Papeles sucios
METALES	<ul style="list-style-type: none"> • Envases o productos de Acero, cobre y aluminio • Productos de Latas de hierro como por ejemplo latas de sardinas, conservas de verduras, aceite, leche en polvo, etc. • Envases de Latas de aluminio ejemplo: latas de milo, cerveza, gaseosa, leche en polvo, crema de leche, atún, salchichas y reservas de alimentos. Limpios y secos. <p>Nota: Estos desechos deben Depositarlos limpios para que sea más fácil reciclarlos y además que no afecte los demás materiales reciclables.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desechos de Pilas y baterías. • Ganchos clips • Esponjas de acero • Grampas • Desechos de Cuchillas para afeitar • Aerosoles, pinturas. • Bolsas con aluminio ejemplo empaque de salsas, sobres de gelatina, mermeladas, sobres de sopa, café, chocolate etc. • Tarros de cremas de afeitar o espumas.
VIDRIO	<ul style="list-style-type: none"> • Envases para bebidas, como por ejemplo botellas de licor, jugos y lociones, de café, vinagre, salsas, mermeladas, gaseosas conservas, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desechos de Vidrios planos • Los espejos rotos o enteros • Todo tipo de lámparas • Ampollas y frascos de remedios.

	<p>Nota: Deben estar limpios por parte de las personas y sin tapa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vasos provenientes de la cocina • Vidrios de ventanas rotos o enteros • Trozos de vidrio. <p>Nota: Deben ser depositados limpios para que no afecte los demás materiales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • vajilla y porcelana • Cerámica • Tubos de TV
--	---	--

Fuente el autor.

Anexo II. Alternativas para reducción de residuos no aprovechables

En la siguiente tabla se describen alternativas con las cuales los habitantes del municipio pueden reducir la generación de residuos sólidos que no son aprovechables.

Tabla 40 Alternativas para reducción de residuos no aprovechables

FUENTE DE GENERACIÓN	TIPO DE RESIDUOS SOLIDOS	ALTERNATIVA	DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS
Viviendas Residenciales Estratos Socioeconómicos 1.2 Y 3 Y Establecimientos Comerciales	Papel Higiénico	Reducir	Fomentar el uso de papel higiénico que sea lo más delgado posible, esto con la finalidad de que no tapone las tuberías y pueda ser dispuesto por el sanitario y que no necesite de almacenamiento temporal, además se debe promover el uso adecuado del mismo.
	Toallas De Papel	Reducir	Eliminar en lo posible el uso de toallas desechables de papel alternando el posible uso de toallas de material de tela que pueden ser lavadas y desinfectas en la cocina para seguir usándolas con frecuencia.
	Pañitos Húmedos	Reducir	Fomentar el uso adecuado del producto
	Pañales	Reducir	Fomentar el uso adecuado del producto
	Empaques De Icopor	Reducir	evitar el domicilio de comidas envueltas en este material, o llevar recipientes al lugar de la venta para que empaque los alimentos

	Cerámicos	Reducir	reemplazar por productos de metal o plástico de alta densidad para que tengan un mayor tiempo de vida útil
	Escombros	Reducir	Correcto tratamiento con Basuras Cero.
	Recipientes De Productos De Aseo	Reducir	Reducir en lo posible el número de recipientes desocupados que estén almacenados y proporcionar una correcta disposición final al terminar el contenido del producto
	Huesos	Reducir	evitar el consumo o reemplazar
	Vidrio Plano	Reducir	tratar de evitar el daño de este material, y cambiar productos decorativos con dicho elemento
	Pilas	Reducir	Fomentar el uso de implementos que tengan batería de litio, o el manejo de pilas recargables
	Luminarios	Reducir	Reducir el número de lámparas luminarias en zonas innecesarias
	Aparatos Electrónicos	Reducir	realizar la venta de estos productos a los trabajadores independientes que compran y venden chatarra
	Productos Químicos (Aerosoles, Pinturas, Inflamables, Etc.	Reducir	Realizar acuerdos y convenios con la Corporación autónoma región al del departamento de Boyacá para la devolver los empaques y su correcta disposición final

Fuente el autor

Anexo III. Gestión integral de las 3r para residuos aprovechables

En la siguiente tabla se plantean las alternativas para hacer un manejo integral de los residuos sólidos que son potencialmente aprovechables en el municipio de Santana Boyacá.

Tabla 41 Gestión integral de las 3r para los residuos aprovechables

PAPEL Y CARTON		
REDUCIR	REUTILIZAR	RECICLAR
Digitalizar y fotocopiar en las dos caras de la hoja	Todo papel que solo ha sido usado nada más por una cara	Situar el papel y el cartón que ha sido usado en los recipientes indicados para ellos

Evitar comunicarse por medios escritos por parte de los negocios comerciales y entidades institucionales y usar medios electrónicos y redes sociales	Almacenar y recoger material como circulares, las guías, comunicados o toda publicidad que puedan ser reutilizados	Evitar en lo posible arrugar el papel, esto daña sus fibras y su capacidad de reciclarse.
Imprimir a doble cara para labores escolares y de oficina	Reutilizar las carteleras de exposiciones para los trabajos escolares.	Separar el cartón y entregarlo a los recicladores independientes
Evitar el papel con agentes plastificados.	Reutilizar cartón de empaque de productos comerciales y productos electrónicos y otros para guardar o almacenar otros elementos.	Utilizarlo en manualidades; como hacer mascarar cajas de regalo y trabajos escolares
Leer revistas y periódicos digitales	Reutilizar sobres de manila y carpetas de cartón	
Utilizar cuadernos que aún tienen hojas disponibles para los estudiantes niños y adolescentes por parte de los padres		
Utilizar un tipo de letra más pequeña en impresiones para trabajos institucionales y para trabajo en oficina		
PLÁSTICOS		
REDUCIR	REUTILIZAR	RECICLAR
Evadir el uso continuo de envases o recipientes de cafetería y restaurantes como vasos, cubiertos, mezcladores y pitillos.	Reutilizar los recipientes y envases que pueden ser reusados.	Situar el material plástico en el contenedor indicado y hacer separación correcta en la fuente
Utilizar envases de loza	Reutilizar las bolsas.	Separar el plástico y entregarlo a los recicladores independientes
Evitar el usar bolsas plásticas de un solo uso.	Promover la donación de juguetes a la comunidad estudiantil o a niños de bajos recursos	Utilizarlo en manualidades y nuevos productos como materas, trabajos escolares o cualquier diseño que pueda realizarse con el plástico
Evadir el uso productos que vengan empaquetados con gran cantidad de plástico.	Reusar las carpetas de material plastificado y los forros plásticos de cuadernos y libros que aun tengan vida útil	



Evitar el uso de los desechables.	Reutilizar el uso de las botellas de PET para evitar comprar más productos de estos	
Evitar el uso de PET y de productos líquidos que vengan en empaque de botellas plásticas		
VIDRIO		
REDUCIR	REUTILIZAR	RECICLAR
NA	Utilizar vasijas y loza de vidrio, pocillos. etc.	Colocar los productos y material de vidrio en el contenedor indicado
NA	Utilizar recipientes retornables	Realizar entrega a los recicladores
ORGÁNICOS		
REDUCIR	REUTILIZAR	RECICLAR
Evitar botar los alimentos al suelo o mezclarlos con productos inorgánicos	NA	Situar los residuos orgánicos de alimentos y de poda en el contenedor indicado y disponer los correctamente en las rutas de recolección.
Separar los productos correctamente	NA	Usarlos en proceso de compostaje.
Compartir los alimentos.	NA	
METALES		
REDUCIR	REUTILIZAR	RECICLAR
Evitar consumir bebidas en latadas.	Reparar elementos que se dañaron para no desecharlos	Depositar el metal en el contenedor indicado
Evitar dañar elementos metálicos para no tener que desecharlos		Hacer entrega a los recicladores o compradores de chatarra
		Utilizar las latas de aluminio para desarrollar manualidades como envases de almacenamiento o portalápices u otro elemento, etc.
		Utilizar las latas de material de aluminio como alternativa para materas, jardines verticales, o cualquier manualidad etc.

Fuente el autor.

REFERENCIAS

- Ministerio De Medio Ambiente . (2020). *Gobierno unifica el código de colores para la separación de residuos en la fuente a nivel nacional*.
- Actualización Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos Municipio De Santana Boyacá. (2016). Santana Boyacá.
- AIDIS-IDRC. (2006). *Directrices para la gestión integrada y sostenible de residuos solidos urbanos en latinoamerica y el caribe*. Sao Paolo.
- Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental-AIDIS; Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo-IDRC (2006). . (2006). *Directrices para la gestión integrada y sostenible de residuos solidos urbanos en latinoamerica y el caribe*. Sao Paolo .
- CEPIS- Método Sencillo del Análisis de Residuos Sólidos. Citado por López. (2009).
- CEPIS/OPS. (2000). *Hojas de divulgación técnica. Método sencillo del análisis de residuos*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente de Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud.
- DANE . (2005).
- Decreto 1713 de 2002 Ministerio del medio ambiente. (06 de agosto de 2002). colombia.
- Departamento Nacional de Planeación – DNP. (2018). *45 Lineamientos para la construcción de estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos – ECA*. Bogota.
- (2017). *Guía de Planeación Estratégica para el Manejo de Residuos Sólidos de Pequeños Municipios en Colombia*. Colombia.
- Lineamientos para la construcción de estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos – ECA*. (s.f.).
- Manual para el manejo integral de residuos en el Valle de Aburrá - Área Metropolitana*. (2007). El Valle de Aburrá-Área Metropolitana.
- MIA. (2016). Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de municipales (EC-RSM). Ministerio del Ambiente. Perú.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – MVCT. (s.f.).
- Norma RAS 2000- Título A. (2000).
- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 24. Gestión ambiental de Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente. (20 de 5 de 2009). Colombia . Obtenido de <https://tienex.co/media/b096d37fcdee87a1f193271978cc2965.pdf>